

Кафедра «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод»

**ГИДРОПНЕВМОСИСТЕМЫ  
ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ**

Лабораторный практикум для выполнения  
лабораторных работ по дисциплине  
«Гидропневмосистемы объектов  
управления»

**Составители :**

И.С. Луговая, И.А. Маковская

**Рецензент:**

Минченя В.Т. - профессор кафедры «Конструирование и производство приборов» Белорусского национального технического университета, канд.техн.наук, доцент

Дыба Э.В. – заведующий лабораторией РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», канд.техн. наук

В издании рассмотрены назначение гидросистем, требования, предъявляемые к ним, устройство и работа наиболее характерных гидравлических систем металлорежущих станков, пресов, манипуляторов, их специфические особенности, а также конструктивные мероприятия, направленные на выполнение отдельных требований к гидросистемам.

Белорусский национальный технический университет  
Пр.Независимости ,65 , г.Минск, Республика Беларусь  
Тел.(017) 292 84 37,  
e-mail: lugovajais@mail.ru  
<http://www.bntu.by>

© БНТУ, 2020

© Луговая И.С., 2020

© Маковская И.А., компьютерный дизайн, 2020

## **ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ**

При выполнении лабораторных работ студент обязан строго выполнять следующие правила техники безопасности:

1. Собранная гидравлическая или пневматическая схема перед включением должна быть обязательно проверена преподавателем.
2. Включение насосной (компрессорной) установки должно проводиться только в присутствии и под наблюдением преподавателя.
3. Перед включением насосной (компрессорной) установки необходимо убедиться в отсутствии посторонних предметов в зоне перемещения штоков цилиндров.
4. Давление настройки предохранительного клапана не должно превышать значений, указанных в описании стенда.
5. При обнаружении утечек рабочей жидкости насосная установка должна быть немедленно отключена. Повторный пуск насосной установки должен осуществляться только после устранения причин подтекания рабочей жидкости.
6. В случае перерыва в работе стенд должен отключаться от источников электропитания. Оставлять без надзора стенд, находящийся под напряжением, категорически запрещается.
7. Монтаж и подключение к магистрали сменных аппаратов должны осуществляться с соблюдением мер предосторожности при поддержке аппарата рукой.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

### Лабораторный гидравлический стенд FESTO

#### Цель работы:

- изучить конструкцию и принцип действия гидравлического стенда для испытаний гидроаппаратов.

#### Общие сведения

Гидравлический стенд фирмы FESTO предназначен для практического изучения элементной базы и основных систем управления производственными процессами с помощью гидравлических средств автоматики. Его главной особенностью является предоставленная для учащихся возможность самим собирать различные схемы для изучения характеристик основных гидравлических устройств и приводов в целом, проверять работоспособность разрабатываемых гидравлических систем, приобретать навыки монтажа, наладки и технической эксплуатации гидроприводов.

Стенд состоит из стола, одной или двух вертикальных плит для монтажа гидравлических устройств, панели для установки электрических блоков питания и управления, насосной установки и расходомера (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Внешний вид стенда

В ящиках стола размещены комплектующие гидравлические устройства. В их число входят практически все виды используемой в приводах гидравлической аппаратуры, предназначенной для управления давлением, расходом или направлением потока рабочей жидкости, а также два типа гидродвигателей - гидроцилиндр с односторонним штоком и гидромотор. Соединение гидравлических устройств обеспечивается с помощью гибких рукавов высокого давления (шлангов) с быстродействующими разъемами и тройников. Наличие обратных клапанов на штуцерах гидравлических устройств и шлангов позволяет исключить вытекание из них рабочей жидкости в отсоединенном положении.

Насосная установка является источником подачи рабочей жидкости и выполнена в виде отдельного блока (рис. 1.2).

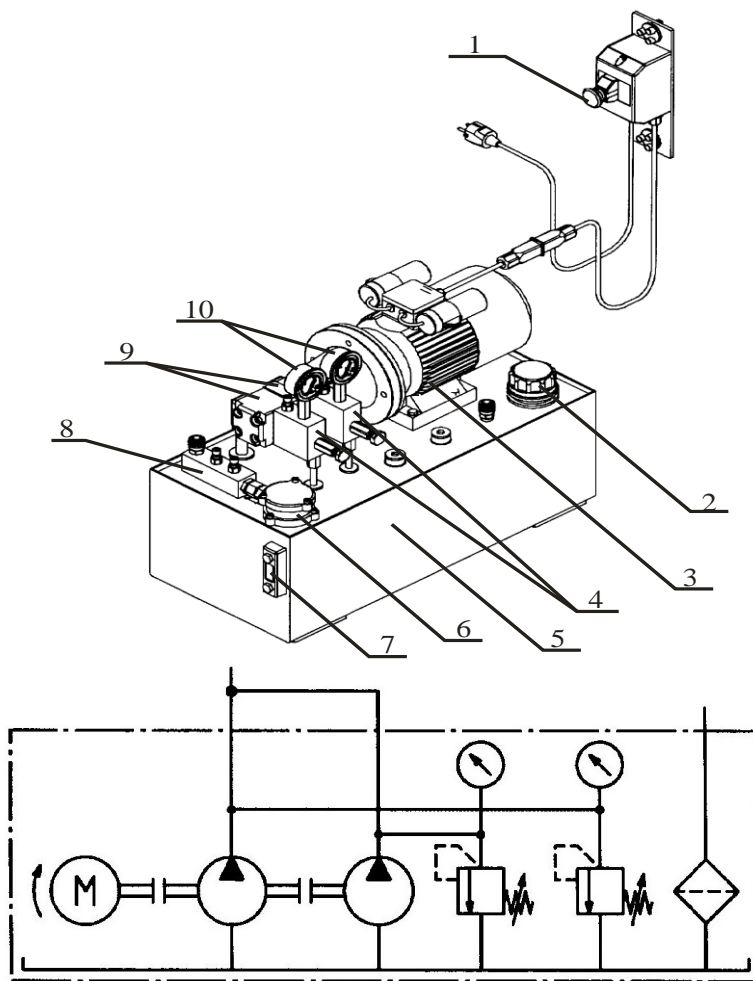


Рис. 1.2. Насосная установка:

- 1 – пульт управления; 2 – заливная горловина с пробкой; 3 – электродвигатель; 4 – предохранительные клапаны; 5 – гидробак; 6 – фильтр; 7 – маслоуказатель; 8 – соединительный фланец; 9 – шестеренные насосы с внешним зацеплением; 10 – манометры

Максимальное давление рабочей жидкости на выходе из насосной установки ограничено упором регулировочного винта и не может превышать 6 МПа. На-

сосная установка имеет два штуцера. Штуцер напорной гидролинии обозначен буквой «Р», сливной гидролинии – буквой «Т». Контроль уровня рабочей жидкости в гидробаке осуществляется с помощью маслоуказателя. Пуск и останов электродвигателя осуществляется зеленой и красной кнопками соответственно.

Для измерения расхода рабочей жидкости на стенде установлен расходомер, представляющий собой мерный бак с выпускным вентилем, установленным в сливной гидролинии. Расход измеряется по времени заполнения заданного объема жидкости. Слив жидкости из мерного бака осуществляется непосредственно в гидробак насосной установки. Измерение давлений рабочей жидкости производится манометрами, шкалы которых проградуированы в мегапаскалях или барах ( $10 \text{ бар} = 1 \text{ МПа}$ ).

В основную комплектацию стенда входят гидравлические устройства, представленные в приложении 1. Названия устройств даны в соответствии с ГОСТ 17752-81 «Гидропривод объемный и пневмопривод. Термины и определения». Для идентификации гидравлические устройства имеют таблички с их условными графическими обозначениями, которые также приведены в таблице. Штуцеры гидравлических аппаратов обозначены следующими буквами: «Р» – подвод давления, «Т» – соединение со сливом, «А» и «В» – подсоединение гидроаппарата к гидросистеме в соответствии с его функциональным назначением, «Х» и «У» – подвод линий управления. Все комплектующие гидравлические устройства рассчитаны на максимальное давление 10 МПа.

В состав гидравлических устройств, размещаемых в ящиках стенда, входят два гидроцилиндра, имеющие диаметр поршня, равный 16 мм, диаметр штока, равный 10 мм и рабочий ход 200 мм, и гидромотор героторного типа с рабочим объемом  $8,2 \text{ см}^3$ . Один гидроцилиндр снабжен ступенчатой рейкой, обеспечивающей переключение направляющего распределителя с роликовым управлением в зависимости от путевого положения штока гидроцилиндра. В комплектацию стенда может входить груз, подсоединяемый через рычаг к штоку гидроцилиндра и моделирующий инерционную нагрузку на нем. В этом случае гидроцилиндр с грузом устанавливаются на вертикальной стойке стенда.

При установке шлангов на штуцеры гидравлических устройств иногда могут иметь место значительные силы сопротивления, обусловленные наличием оставшегося при демонтаже давления внутри устройства или повышенным сопротивлением уплотняющего элемента. В этих случаях необходимо использовать специальный ключ с винтом, позволяющий отжать нагруженный стержень обратного клапана штуцера.

Для подвода рабочей жидкости (масла) под давлением к гидроэлементам лабораторной установки используются гибкие многослойные трубопроводы (шланги), которые в отличие от жестких трубопроводов (труб), способствуют уменьшению шума и демпфирования колебаний. Рекомендации по монтажу гибких трубопроводов (шлангов) приведены на рис. 1.3.



Рис. 1.3. Рекомендации по монтажу гибких трубопроводов

Для быстрого соединения / разъединения гидроэлементов лабораторной установки используются быстроразъемные муфты (рис. 1.4), которые могут иметь в своем составе механически управляемые обратные клапаны, позволяющие при отсутствии давления выполнять соединения/разъединения без слива рабочей жидкости (масла).

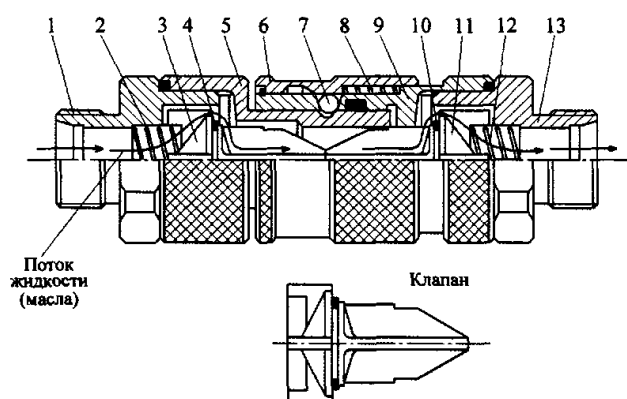


Рис. 1.4. Быстроразъемная муфта для гибких трубопроводов (шлангов)

Муфта состоит из двух полумуфт 1 и 13, закрепляемых на концах шлангов, внутренние полости которых, образованные корпусами полумуфт и резьбовыми втулками 5 и 9, предназначены для размещения подвижных в осевом направлении обратных клапанов 3 и 11, снабженных кольцевыми уплотнениями 4 и 10 и находящихся под воздействием пружины 2 и 12, соответственно.

Удержание полумуфт в сцепленном состоянии, показанном на рисунке, обеспечивается шариками 7, размещенными в конусообразных отверстиях втулки 9 и в кольцевой конусообразной проточке втулки 5. Удержание шариков в конусообразных отверстиях втулки 9 осуществляется подвижной в осевом направлении втулкой 6, находящейся под воздействием пружины 8.

Для рассоединения полумуфт необходимо сместить запорную втулку 6 в направлении сжатия пружины 8, что позволяет шарикам выйти из зацепления с

конической кольцевой канавкой на втулке 5. Под воздействием усилий, создаваемых пружинами 2 и 12, клапаны 3 и 11 перемещаются в осевом направлении и перекрывают кольцевыми резиновыми уплотнениями 4 и 10 проходные отверстия во втулках 5 и 9.

### **Порядок выполнения работы**

1. Изучить состав и назначение гидравлического стенда.
2. Ознакомиться с устройством насосной установки и начертить ее принципиальную схему.
3. Ознакомиться с комплектующими гидравлическими устройствами, входящими в комплект поставки стенда и способами их монтажа на плитах стенда.
4. Ознакомиться с конструкцией быстроразъемной муфты.
5. Изучить принципиальные условные обозначения гидравлического оборудования учебного стенда.

### **Содержание отчета**

1. Цель работы.
2. Схема стенда (по указанию преподавателя).
3. Описание установки и работы представленной схемы.

### **Контрольные вопросы**

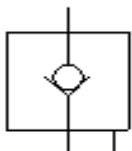


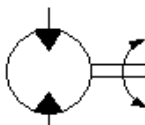

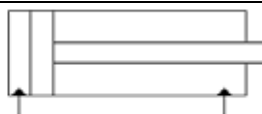

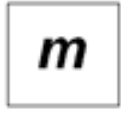



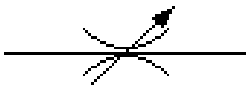

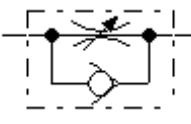

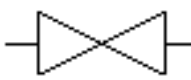

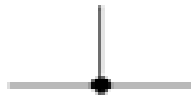



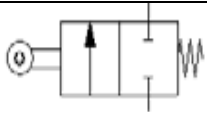

1. Для чего предназначен гидравлический стенд?
2. Основные составляющие гидравлического стенда.
3. Какие элементы входят в состав насосной установки?
4. Какие двигатели предусмотрено использовать при сборке схем на лабораторных работах?
5. Для чего предназначена быстроразъемная муфта?
6. Как устроена и работает быстроразъемная муфта?

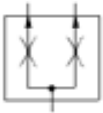

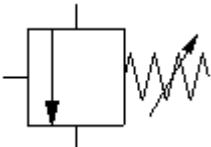



## Приложение 1

### Перечень гидравлических устройств учебного стенда

№	Название	Условное графическое обозначение	Изображение
1	Распределитель 4/2 с ручным управлением		
2	Распределитель 4/3 с ручным управлением (с перекрытием каналов в средней позиции)		
3	Распределитель 4/3 с ручным управлением (в средней позиции соединяются каналы P – A–B)		
4	Распределитель 4/3 с ручным управлением (в средней позиции соединяются каналы P–T)		
5	Напорный клапан прямого действия		
6	Напорный клапан непрямого действия		
7	Трехлинейный редукционный клапан		
8	Двухлинейный регулятор расхода		

9	Гидрозамок		
10	Диафрагменный гидроаккумулятор		
11	Гидромотор		
12	Гидроцилиндр двухстороннего действия		
13	Груз		
14	Обратный клапан на 0,1 МПа		
15	Обратный клапан на 0,5 МПа		
16	Регулируемый дроссель		
17	Регулируемый дроссель с обратным клапаном		
18	Кран		
19	Тройник		
20	Манометр		
21	Распределитель 2/2 с управлением от		

	ролика		
22	Делитель потока		
23	Напорный клапан с линией управления		

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

### **Изучение конструкции и принципа действия лабораторного стенда фирмы «FESTO» для выполнения лабораторных работ по пневмо- и электропневмоавтоматике**

#### **Цель работы:**

- изучить конструкцию и принцип действия лабораторного стенда для выполнения работ по пневмо- и электропневмоавтоматике.

#### **Общие сведения**

Лабораторный стенд фирмы «FESTO» (Германия) предназначен для практического изучения элементной базы и основных систем управления производственными процессами с помощью пневмоавтоматики. Его главной особенностью является предоставленная для учащихся возможность самим собирать различные схемы для изучения характеристик основных пневматических устройств в целом, проверять работоспособность разрабатываемых пневматических систем, приобретать навыки монтажа, наладки и технической эксплуатации пневмоприводов.

Общий вид лабораторного стенда представлен на рис. 2.1.

Стенд включает в себя стол 1 с выдвижными контейнерами 9 с пневмоэлементами, находящимися в индивидуальных ячейках с соответствующими условными обозначениями (мнемоническими схемами пневмоэлементов) (в).

На горизонтальной столешнице стола закреплены профильные алюминиевые стойки 3, с держателями пневмошлангов и электрических проводов 6. Стойки связаны между собой поперечными профильными траверсами 4, предназначенными для установки электрических (электронных) компонентов 5 и пневмоэлементов, а также для закрепления наклонной универсальной доски 7 для монтажа исследуемых лабораторных элементов.

Эргономически расположенная универсальная доска представляет собой профильную плиту анодированного алюминия. Реальные стандартные пневмоэлементы, снабженные специальными держателями с фиксаторами, быстро, безопасно и надежно крепятся в пазах плиты. Шаг пазов – 50 мм. Максимальные габариты – 1100х700, минимальные – 350х250 мм.

На универсальных досках стационарно укреплены блоки подготовки воздуха 2 с запорным вентилем системы питания и распределительный (раздаточный) коллектор 8.

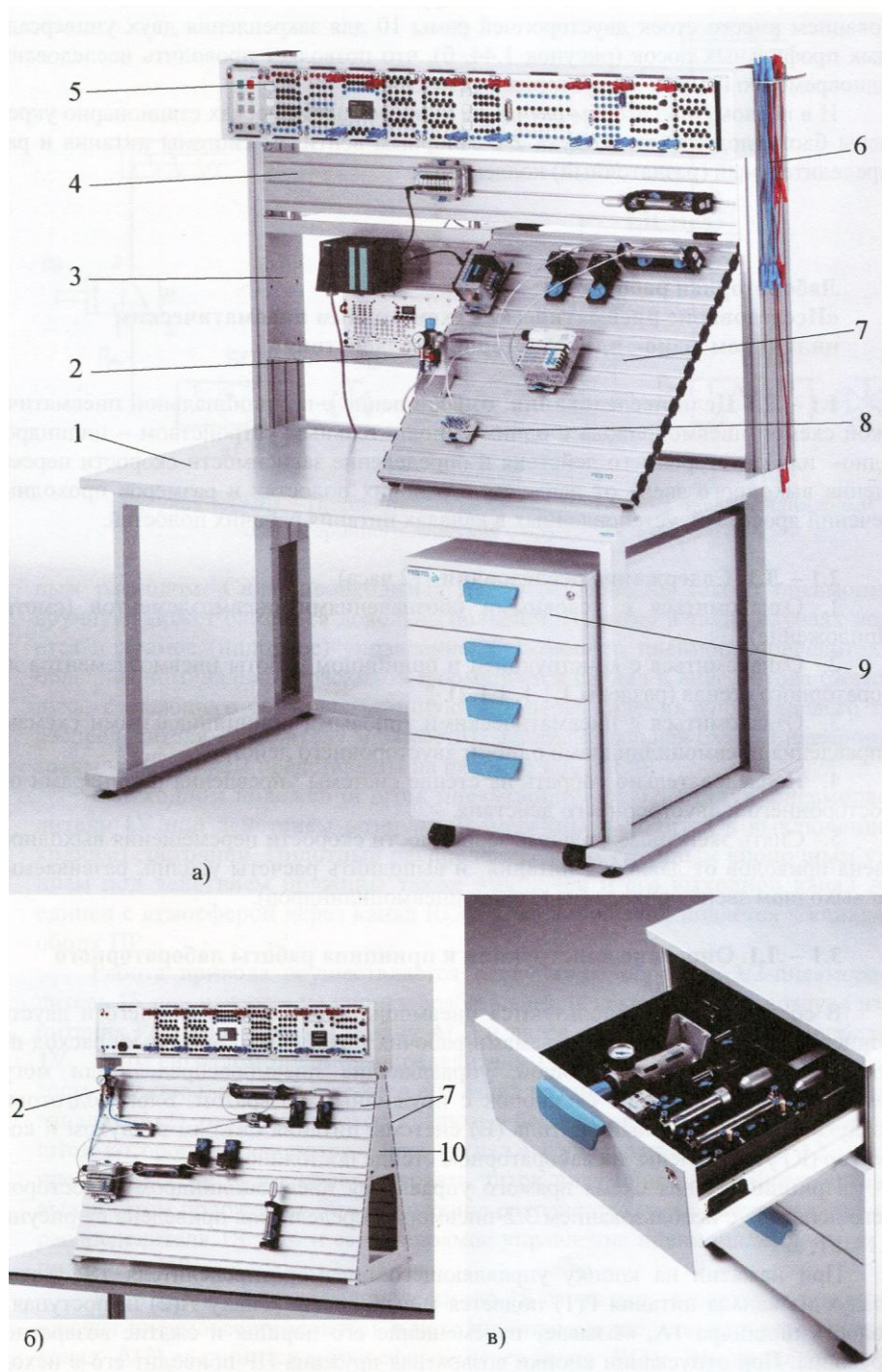


Рис. 2.1. Общий вид стенда

В составе стенда используются пневмоцилиндры одностороннего и двустороннего действия с малыми объемами рабочих полостей, и, поскольку расход потребляемого воздуха небольшой, управляющие пневмораспределители могут иметь ручное управление от кнопок с пружинным возвратом. Блок подготовки воздуха (БПВ), запорный вентиль (В) системы питания сжатым воздухом и коллектор (К) установлены на лабораторном стенде постоянно.

На стенде FESTO применяется компактный компрессор для закрытых помещений общий вид, которого представлен на рис. 2.2.

*Характеристики компрессора:*

- давление - 0,8 МПа;
- производительность – 50 л/мин ( $0,83 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ );
- объем ресивера – 24 л ( $24 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ );
- напряжение питания 220 В;
- потребляемый ток – 2,65 А;
- масса – 30,5 кг;
- уровень шума - 45 дБ.

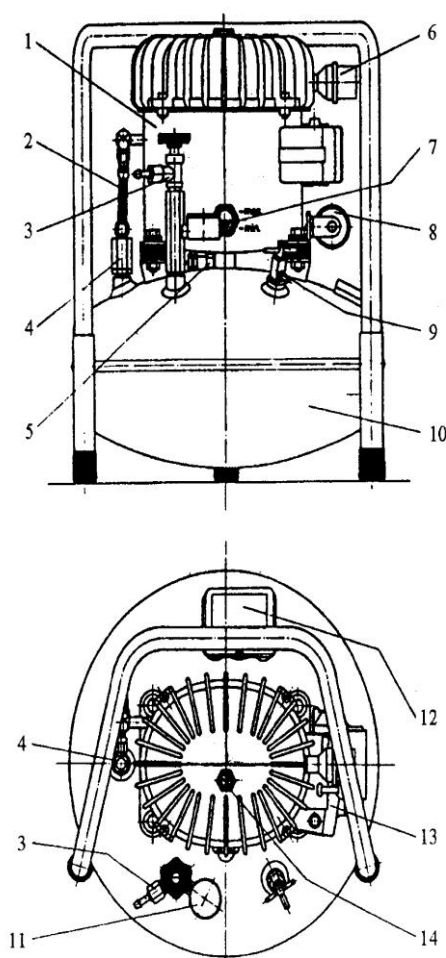


Рис. 2.2. Компактный компрессор:

1 – мотор-компрессор в защитном кожухе с ребрами охлаждения; 2 – гибкий соединительный шланг; 3 – кран выхода сжатого воздуха; 4 – обратный клапан; 5 – предохранительный клапан; 6 – воздушный фильтр; 7 – показатель уровня масла; 8 – пусковой конденсатор; 9 – кран сброса давления из ресивера; 10 – ресивер; 11 – манометр; 12 – датчик давления; 13 – коробка соединений; 14 – отверстие для заливки масла

В основную комплектацию стенда входят пневмо- и электропневматические устройства, условные обозначения и схемы которых представлены в Приложении. Названия устройств даны в соответствии с ГОСТ 2.780-96 «ЕСКД. Обозначения условные графические. Кондиционеры рабочей среды, емкости гидравлические и пневматические», ГОСТ 2.781-96 «ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты гидравлические и пневматические, устройства управления и приборы контрольно-измерительные», ГОСТ 2.782-96 «ЕСКД. Обозначения условные графические. Машины гидравлические и пневматические». Для идентификации пневмо- и электропневматических устройств имеются таблички с их условными графическими обозначениями, которые также приведены в таблице приложения.

Все комплектующие пневмо- и электропневматических устройств рассчитаны на максимальное давление 0,8 МПа.

### **Порядок выполнения работы**

1. Изучить состав и назначение универсального стенда для выполнения работ по пневмо- и электропневмоавтоматике.
2. Ознакомиться с условными обозначениями пневмоэлементов (приложение 1).
3. Изучить принципиальные условные обозначения гидравлического оборудования учебного стенда.

### **Содержание отчета**


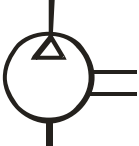
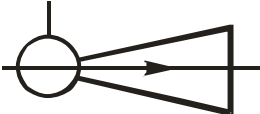
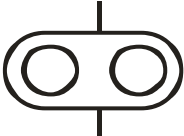
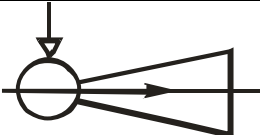
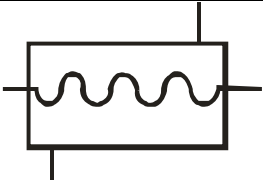
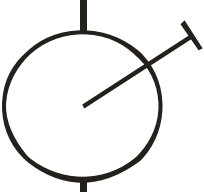
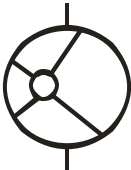
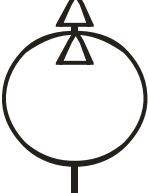
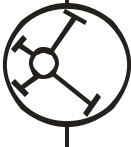

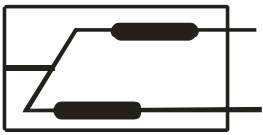


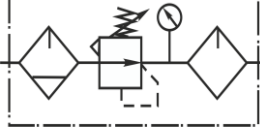
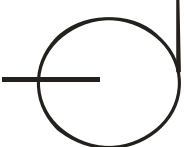
1. Цель работы.
2. Схема стенда (по указанию преподавателя).
3. Описание установки и работы представленной схемы.

### **Контрольные вопросы**

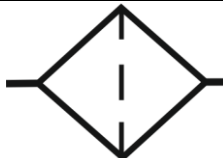
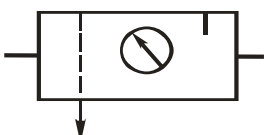
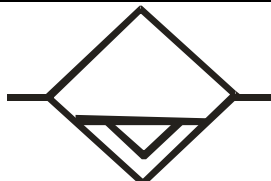
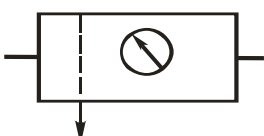
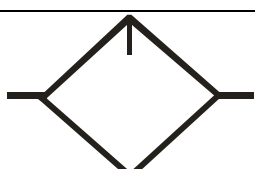

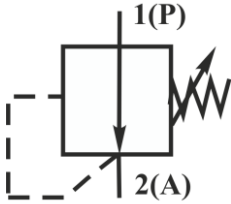
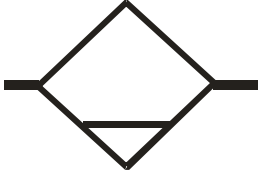
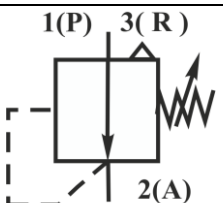
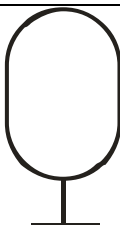
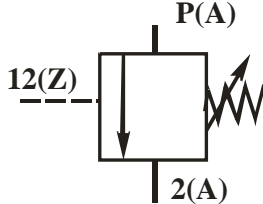

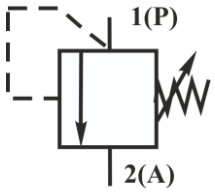

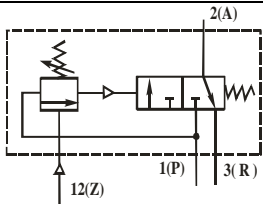

1. Для чего предназначен стенд?
2. Основные технические данные стенда.
3. Общее устройство стенда.
4. Устройство и назначение компрессора?

## Приложение 1

### Условные обозначения на принципиальных схемах пневмоэлементов

Наименование	Мнемосхема (условное гра- фическое изо- бражение)	Наименование	Мнемосхема (условное гра- фическое изо- бражение)
<b>ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ</b>			
Источник давления (упрощенное обо- значение), пневма- тический		Компрессор	
Насос струйный - общее назначение		Насос (компрессор) шестеренчатый	
- с газовым внеш- ним потоком		Насос (компрессор) винтовой	
Насос (компрессор) ручной		Насос (компрессор) пластинчатый	
Вакуум-насос		Насос (компрессор) радиально- поршневой	
Вентилятор центро- бежный		Насос (компрессор) аксиально- поршневой	
Вентилятор осевой		Насос (компрессор) кривошипный	
Блок подготовки воздуха, состоящий из воздушного фильтра, регулятора давления, манометра и маслораспылителя		Насос (компрессор) лопастной центро- бежный	



Фильтр. Сепарация и фильтрация твердых частиц		Упрощенное обозначение блока подготовки воздуха	
Влагоотделитель автоматический		Упрощенное обозначение блока подготовки воздуха без маслораспылителя	
Маслораспылитель. Дозированное количество масла примешивается к воздуху		Глушитель шума	
Регулируемый редукционный клапан без разгрузки (пневматический)		Влагоотделитель с ручным управлением	
Регулируемый редукционный клапан с разгрузкой (пневматический)		Пневмоаккумулятор с «Т» - соединением	
Предохранительный клапан с внешней линией управления (пневматический)		Напорные, рабочие и сливные линии	
Предохранительный клапан (клапан давления) с внешней линией управления (пневматический)		Управляющие линии	
Клапан последовательности (реле давления регулируемое, пневматическое)		Сливные линии или отвода утечек	

Удаление воздуха		Гибкие линии	
Быстроразъемное соединение с механическими обратными клапанами		Соединение линий	
Манометр		Пересекающиеся линии	
Оптический индикатор (пневматический)		Расходомер	
<b>II. ПОЛУЧЕНИЕ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ</b>			
Датчик давления - общее обозначение		Датчик расхода	
- пропорциональный		Реле давления (пневмоэлектрический преобразователь)	
Пневматический счетчик с предскачком (обратного расчета)		Датчик положения (близости) пневматический	
Пневмодатчик положения (рефлекторный)		Пневмодатчик (сопло источник)	
Одноканальный пневмодатчик (типа «сопло – заслонка»)		Пневмодатчик (сопло-приемник)	

Реле вакуума		Бесконтактный пневматический датчик сигналов с магнитным управлением	
Обратный клапан - не нагруженный		Пневматический счетчик импульсов суммирующий	
- нагруженный		Клапан быстрого выхлопа (пневматический)	
Клапан ИЛИ (перекидной)		Дроссель регулируемый	
Клапан двух давлений («И» - элемент)		Дроссель с обратным клапаном	
Эжектор		Регулятор расхода (клапан разности давлений) - постоянный	
		- регулируемый	

### III. Пневмораспределители и способы управления распределителями

#### Способы управления распределителями. Линии управления пневмораспределителями

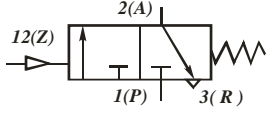
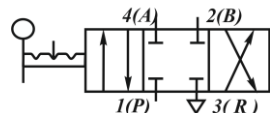
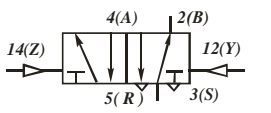
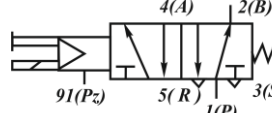
Мышечное управление: - общее обозначение - с помощью кнопки		Пневматическое управление: - прямое управление, путем подачи давления	
- с помощью рычага		- не прямое управление (с предварительным усилением) путем подачи дав-	

		ления	
- с помощью рычага с фиксацией		Электромагнитное управление: - с помощью электромагнита	
- с помощью педали		- с помощью двух электромагнитов	
Механическое управление: - с помощью толкателя		Комбинированное управление: - не прямое (пилотное) электромагнитное и вспомогательное ручное управление с пневматическим усилением	
- с помощью ломающегося ролика, срабатывающего только в одном направлении		Без уточнения способа воздействия	
- с помощью возвратной пружины			
- с помощью центрирующих пружин			

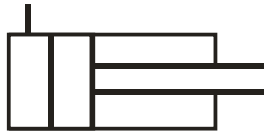
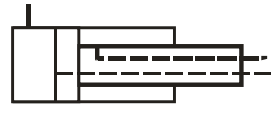
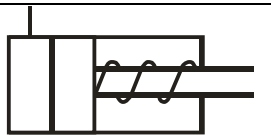

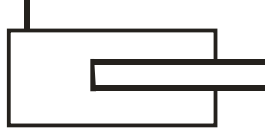
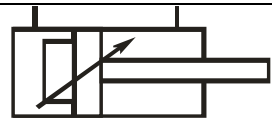
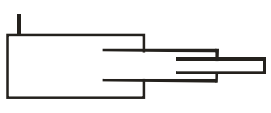
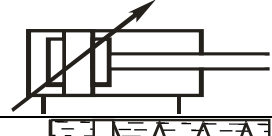
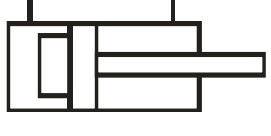
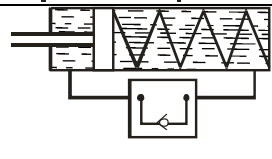
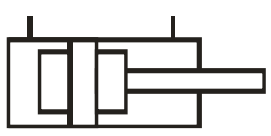
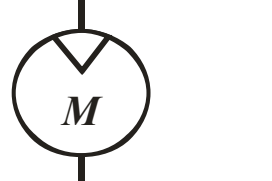
#### ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ (КАНАЛЫ)

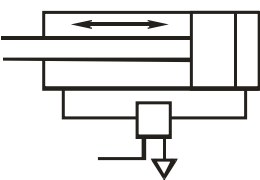
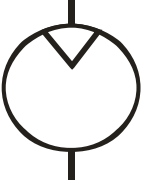
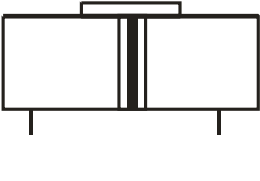
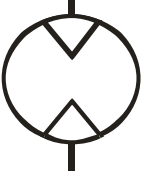
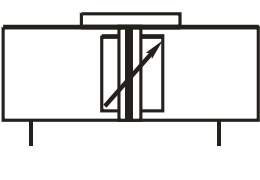
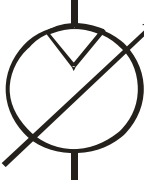
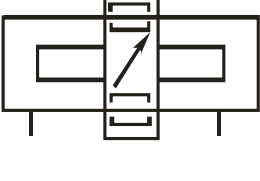

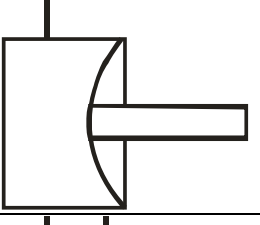
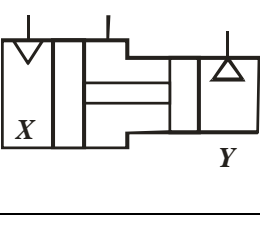
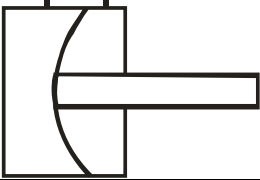
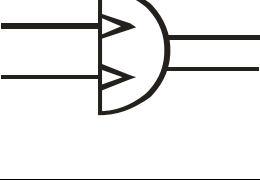
DIN-ISO 5599-3	Буквенная система	Линии (каналы) присоединения		
Рабочие линии				
1	P	Линии (каналы) питания сжатым воздухом		
2,4	A,B	Рабочие (выходные) линии (каналы)		
3,5	R,S	Линии (каналы)		

		выхлопа		
Линии управления				
10	Y	Подаваемый сигнал закрывает проход от линии 1 к линии 2		
12	Y,Z	Подаваемый сигнал соединяет линию 1 с линией 2		
14	Z	Подаваемый сигнал соединяет линию 1 с линией 4		
81,91	Pz	Пневматическое сервоуправление		
 <p>Число линий присоединений Число позиций</p> <p>2/2 пневмораспределитель нормально открытый</p>				
				
3/2 пневмораспределитель нормально открытый				
<b>ПНЕВМОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ</b>				
4/2-пневмораспределитель с протоками от 1(P) к 2(B) и от 4(A) к 3(R)			5/3-пневмораспределитель, перекрытый в средней позиции (нейтральное положение)	
5/2-пневмораспределитель с протоками от 1(P) к 2(B) и от 4(A) к 5(R)			Пневмораспределитель пропорциональный	

3/2- пневмораспреде- литель с односторон- ним пневмоуправле- нием и пружинным возвратом		4/3- пневмораспреде- литель с ручным управлением и фикса- цией рукоятки в нейтральном положе-нии (режим «закрыт»)	
5/2- пневмораспреде- литель с двусторонним пневматическим управлением		5/2-пневмораспере- делитель с односто- ронним кнопоч- ным или электро- магнитным пилот- ным управлением и пружинным воз- вратом	

#### IV. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Цилиндр односто- роннего действия: - без указания спо- соба возврата штока		Цилиндр двусто- роннего действия с подводом рабочей среды через шток: - с односторонним штоком	
- с возвратом штока пружиной		- с двусторонним штоком	
- плунжерный		Цилиндр с регули- руемым торможе- нием в конце хода: - с одной стороны	
- телескопический		- с двух сторон	
Цилиндр с постоян- ным торможением в конце хода: - с одной стороны		Амортизатор с ре- гулированием в од- ном направлении	
- с двух сторон		Пневмомотор. Общее обозначение	

Цилиндр с автоматическим циклом работы		Пневмомотор нерегулируемый: - с постоянным направлением потока	
Пневматический линейный привод (с бесштоковым цилиндром) – с наружными упорами		- с реверсивным потоком	
- с регулируемым демпфированием в конечных положениях		Пневмомотор регулируемый: - с постоянным направлением потока	
Пневматический линейный привод с магнитной муфтой и с бесштоковым цилиндром		- с реверсивным потоком	
Цилиндр мембранный - одностороннего действия		Поступательный преобразователь давления (мультипликатор или демультипликатор)	
- двустороннего действия		Поворотный пневмодвигатель	

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

### Изучение конструкции и снятие характеристик силового гидравлического цилиндра

#### Цель работы:

- ознакомиться с опытной установкой для испытания силового гидроцилиндра;
- снять характеристики силового гидроцилиндра.

#### Общие сведения

Конструкции гидроцилиндров, используемых в гидросистемах машин, весьма разнообразны.

Наибольшее распространение получили силовые гидроцилиндры двухстороннего действия, в которых движение поршня в обоих направлениях происходит за счёт давления жидкости.



Рис. 3.1. Силовой гидроцилиндр

Силовой гидроцилиндр состоит из корпуса, в котором движется поршень со штоком, выходящим из цилиндра и соединённым с нагрузкой. Для уменьшения утечки жидкости поршень и шток имеют уплотнения обычно в виде колец. В силовом цилиндре энергия давления поступающей жидкости преобразуется в механическую энергию перемещения штока. Скорость перемещения поршня (или в некоторых конструкциях цилиндра при неподвижном поршне) зависит от количества жидкости  $Q_u$ , поступающей в цилиндр, и его рабочей площади  $S_n$ .

Для гидроцилиндра с односторонним штоком при подаче жидкости в левую поршневую полость рабочая площадь равна:



$$S_n = \frac{\pi D^2}{4}, \quad (1)$$

где D – диаметр поршня.

Скорость поршня (без утечек жидкости) определяется по формуле

$$V = \frac{4Q_u}{\pi D^2}. \quad (2)$$

При подаче жидкости в правую полость

$$S_n = \pi(D^2 - d^2)/4, \quad (3)$$

где d - диаметр штока.

Таким образом, скорость поршня

$$V = 4Q_u / \pi(D^2 - d^2). \quad (4)$$

В соответствии с формулами (2) и (4) при подаче одинакового количества жидкости  $Q_u$  попеременно в левую и правую полости цилиндра поршень будет перемещаться с различной скоростью. Это даёт возможность путём соответствующего подбора диаметров D и d достигнуть необходимых усилий и скорости при рабочем и обратном ходе. В силовых цилиндрах с односторонним штоком возможно получение и одинаковых скоростей перемещения штока в обоих направлениях. Для этого площадь сечения штока должна быть в два раза меньше площади сечения поршня, и при движении поршня вправо вытесненная жидкость должна поступать в левую полость вместе с жидкостью, подаваемой насосом.

В силовых цилиндрах с двухсторонним штоком скорость перемещения поршня в обоих направлениях при подаче одинакового количества жидкости будет одинаковой. Основным недостатком таких гидроцилиндров является увеличение габаритов установок, связанное с выходом штока в обе стороны цилиндра.

Под действие давления жидкости на поршень расчетное усилие на штоке (без учёта трения поршня и штока)

$$F_p = \Delta p S_n, \quad (5)$$

где  $\Delta p$  - рабочее давление жидкости,  $\Delta p = p_1 - p_2$ ;  $p_1$  и  $p_2$  - давление соответственно на входе и выходе силового цилиндра.

Мощность, потребляемая силовым цилиндром, без учёта утечек жидкости и трения в цилиндре

$$N = F_p V, \quad (6)$$

или 
$$N = \Delta p Q_u. \quad (7)$$

Зная фактическое усилие на штоке  $F_\phi$  и скорость движения  $V$ , полезную мощность на штоке силового цилиндра определим по формуле

$$N_n = F_\phi V. \quad (8)$$

КПД силового гидроцилиндра может быть представлен в виде:

$$\eta = \eta_o \eta_m, \quad (9)$$

где  $\eta_o$  - объёмный КПД гидроцилиндра, учитывающий наличие утечек жидкости и, в связи с этим, уменьшение фактической скорости движения поршня и штока по сравнению с расчётной,  $\eta_o = V_\phi / V$ , (10)

$\eta_m$  - механический КПД гидроцилиндра, учитывающий уменьшение фактического (измеренного) усилия на штоке по сравнению с расчетным вследствие трения поршня и штока при движении в силовом цилиндре

$$\eta_m = F_\phi / F_p. \quad (11)$$

Объёмный КПД гидроцилиндра, поршень которого уплотнён манжетами или резиновыми кольцами, можно принимать равным единице, так как при таком уплотнении утечек жидкости практически нет.

В случае уплотнения поршня металлическими разрезными кольцами

$$\eta_o = 0,98 - 0,99.$$

Механический КПД гидроцилиндра в зависимости от разных факторов находится в пределах 0,85-0,97, среднее значение  $\eta_m = 0,95$ .

### Описание экспериментальной установки

Принципиальная схема экспериментальной установки представлена на рис.3. 2.

Насос Н, приводимый в движение электродвигателем, подает жидкость в систему, где она по соединительным трубопроводам проходит через фильтр Ф, дроссель с обратным клапаном ДР и распределитель Р к силовому гидроцилиндру Ц, выполняющему в установке функцию двигателя. К обоим полостям гидроцилиндра для определения давления подключены манометры МН1 и МН2. При включении левой секции распределителя жидкость поступает в поршневую полость гидроцилиндра Ц, из штоковой полости через распределитель сливается в гидробак Б. Предохранительный клапан КП служит для ограничения давления в гидросистеме и выполняет функцию переливного клапана.

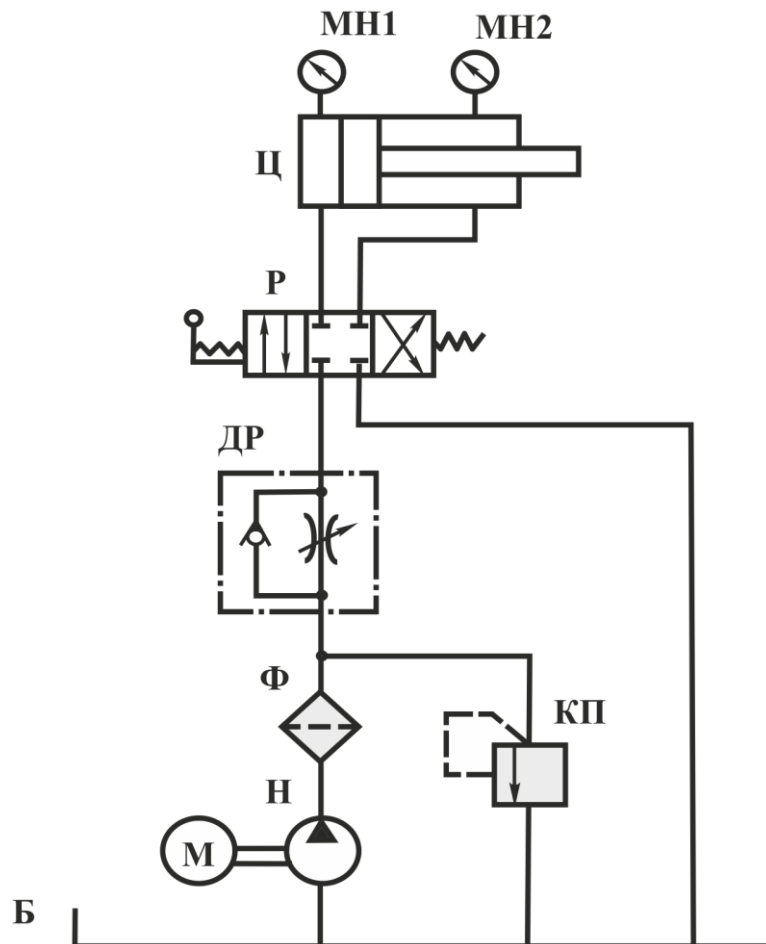


Рис.3. 2. Принципиальная схема экспериментальной установки

### Порядок выполнения работы

1. Начертить принципиальную схему экспериментальной установки (рис.3.2.) и подобрать соответствующее оборудование на основе гидравлического стенда FESTO:

- гидроцилиндр – 1;
- распределитель – 1;
- дроссель с обратным клапаном – 1;
- манометры – 2;
- предохранительный клапан – 1.

2. Собрать схему, включить стенд. Установить предохранительным клапаном рабочее давление в системе и задать дросселем нагрузку на шток гидроцилиндра  $F_{\phi}$ .

3. Включить распределитель в левое положение, тем самым обеспечить поступление масла в поршневую полость силового гидроцилиндра и слива его из штоковой полости.

4. Одновременно с включением распределителя включить секундомер и определить длительность рабочего хода поршня.

5. Измерить давление  $p_1$  на входе и  $p_2$  на выходе гидроцилиндра при помощи манометров МН1 и МН2.

6. При достижении поршнем крайнего положения, переключить распределитель и направить масло в штоковую полость гидроцилиндра. Результаты измерений внести в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 Результаты измерений

№	Длительность рабочего хода $t$ , с	Давление в гидроцилиндре		Диаметр поршня $D$ , м	Ход поршня $L$ , м
		на входе $p_1$ , МПа	на выходе $p_2$ , МПа		

### Обработка экспериментальных данных

1. По зависимости  $V=L/t$  определить фактическую скорость движения поршня со штоком.

2. Определить  $\Delta p = p_1 - p_2$  по опытным значениям давлений на входе и выходе гидроцилиндра.

3. Определить расход жидкости в гидроцилиндре по зависимости  

$$Q_u = S_n V.$$

4. Определить расчётное усилие на штоке  $F_p = \Delta p S_n.$

5. Рассчитать мощность, потребляемую силовым гидроцилиндром по зависимости  $N_n = F_{\phi} V.$

Таблица 3.2. Результаты вычислений

Площадь поршня $S_n$ , м <sup>2</sup>	Скорость движения поршня, $V$ м/с	Расход $Q_u$ гидроцилиндра, $Q_u$ , м <sup>3</sup> /с	Усилие на штоке, $F_p$ , кН	Мощность, гидроцилиндра, $N_n$ , кВт

## **Содержание отчета**

1. Название и цель работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Принципиальная схема экспериментальной установки.
4. Таблицы результатов измерений и вычислений.

## **Контрольные вопросы**

1. Какие силовые гидроцилиндры получили наибольшее распространение?
2. Из каких элементов состоит силовой гидроцилиндр, и как он обозначается в принципиальных схемах?
3. Какую функцию в системе выполняет гидроцилиндр?
4. От каких показателей зависит скорость поршня, и как она определяется?
5. Почему в цилиндре двухстороннего действия с односторонним штоком скорости движения поршня в левую и правую стороны отличаются?
6. Как можно получить одинаковые скорости перемещения поршня в обоих направлениях для таких цилиндров?
7. Как определить расчетное и фактическое усилие на штоке цилиндра?
8. Чему равна мощность, потребляемая силовым цилиндром?
9. Как определяется КПД гидроцилиндра?
10. Расскажите по принципиальной схеме экспериментальной установки как проводятся испытания.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4**

### **Дроссельное регулирование скорости выходного звена привода**

#### **Цель работы:**

- изучить схемы регулирования скорости движения штока гидроцилиндра;
- собрать схему, позволяющую осуществлять перемещение поршня с различными скоростями при прямом и обратном ходе.

## Общие сведения

Скорость движения штока цилиндра можно регулировать с помощью дросселей, т.к. они позволяют изменять расход масла, проходящего через гидролинию. Существуют три типовые схемы установки дросселей (рис. 4.1): на входе (а), выходе (б) и в параллели (в).

Рассмотрим первую схему (рис. 4.1, а). В гидроприводе масло от нерегулируемого насоса 1 через дроссель 2 и распределитель 4 поступает в рабочую полость цилиндра 3, а из противоположной полости сливается в бак. Скорость перемещения штока цилиндра будет меняться при изменении проходного сечения дросселя, который ограничивает расход масла, поступающего в цилиндр, причем оставшееся масло сливается в бак через переливной клапан 5. Последний настроен на давление  $p_n$ , достаточное для преодоления максимально возможной нагрузки  $P$  на штоке цилиндра. Так как через клапан 5 постоянно проходит часть потока масла, насос постоянно работает под максимальным давлением независимо от нагрузки  $P$ .

Расход масла через дроссель можно найти по формуле:

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2\Delta p / \rho}, \quad (1)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода;  $A$  – площадь проходного сечения дросселя,  $\text{м}^2$ ;  $\Delta p$  – перепад давления на дросселе, Па;  $\rho$  – плотность рабочей жидкости,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Анализ формулы (1) показывает, что при постоянной настройке дросселя ( $A = \text{const}$ ) расход масла зависит от  $\Delta p$ . Поскольку в рассматриваемом гидроприводе  $\Delta p = p_n - p_1$  ( $p_1 = P/F$  – давление в рабочей полости цилиндра;  $F$  – площадь поршня), расход  $Q$  масла через дроссель и скорость движения штока  $V = Q/F$  будут изменяться в зависимости от нагрузки  $P$ , причем при  $P \rightarrow 0$ ,  $\Delta p \rightarrow p_n$ .

При установке дросселя на выходе (рис. 4.1, б)  $p_n = \text{const}$ , а давление в штоковой полости цилиндра  $p_2 = (p_n F_1 - P) / F_2 = \Delta p$ ,

где  $F_1$  – площадь поршня в поршневой полости цилиндра,  $F_2$  – площадь поршня в штоковой полости цилиндра, т.е. расход масла  $Q$  также зависит от нагрузки  $P$ , причем при  $P \rightarrow 0$  (или изменения направления действия нагрузки)  $\Delta p$  может превышать  $p_n$ . При установке дросселя в параллели (рис. 4.1, в)  $\Delta p = p_n = p_1 = P/F_1 \neq \text{const}$ , что позволяет снизить энергетические потери в гидроприводе. Масло через переливной клапан может проходить лишь при перегрузке или остановке гидроцилиндра на упоре, если дроссель не пропускает всего потока масла, нагнетаемого насосом, при давлении настройки переливного клапана. Однако в данном случае скорость движения

штока  $V$  также зависит от нагрузки  $P$ , причем в большей степени, так как с ростом  $p_n$  увеличивается расход масла через дроссель и одновременно несколько снижается подача насоса (возрастают объемные утечки в насосе).

Схема с дросселем на выходе обеспечивает более плавное движение рабочего органа и может использоваться в гидроприводах с изменяющимся направлением действия нагрузки  $P$ . Однако при применении этой схемы возрастает опасность рывков штока цилиндра в направлении подачи в момент запуска гидропривода в работу. Максимальная плавность движения при малых скоростях достигается при применении специальных двухщелевых дросселей, устанавливаемых в обеих линиях подключения двигателя.

При выборе схемы установки дросселя следует учитывать, что в варианте с дросселированием на входе давление в цилиндре меньше, поэтому снижается трение и улучшаются условия работы уплотнений; поскольку дросселируется поток, поступающий обычно в большую (поршневую) полость цилиндра, облегчается получение малых подач. Вместе с тем в этом случае не всегда хватает давления подпора для нормальной работы гидромоторов; выделяющееся при дросселировании тепло поступает в гидросистему.

Таким образом, при всех схемах установки скорость движения штока  $V$  зависит от нагрузки  $P$ , а перепад давлений  $\Delta p$  может достигать большой величины, что затрудняет получение малых расходов, так как для этого приходится чрезмерно уменьшать площадь проходного сечения  $A$  дросселирующей щели, что приводит к ее быстрому засорению и облитерации. Вообще щели с площадью сечения менее  $0,1 \dots 0,3 \text{ мм}^2$  стараются не делать даже при хорошей фильтрации масла. Это значит, что при максимальном давлении в гидроприводе  $p_n = 10 \text{ МПа}$  минимальный расход масла через дроссель составляет  $1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$  ( $0,6 \text{ л/мин}$ ), тогда как в гидроприводах современных станков требуется стабильное поддержание расходов, которые на порядок меньше указанного.

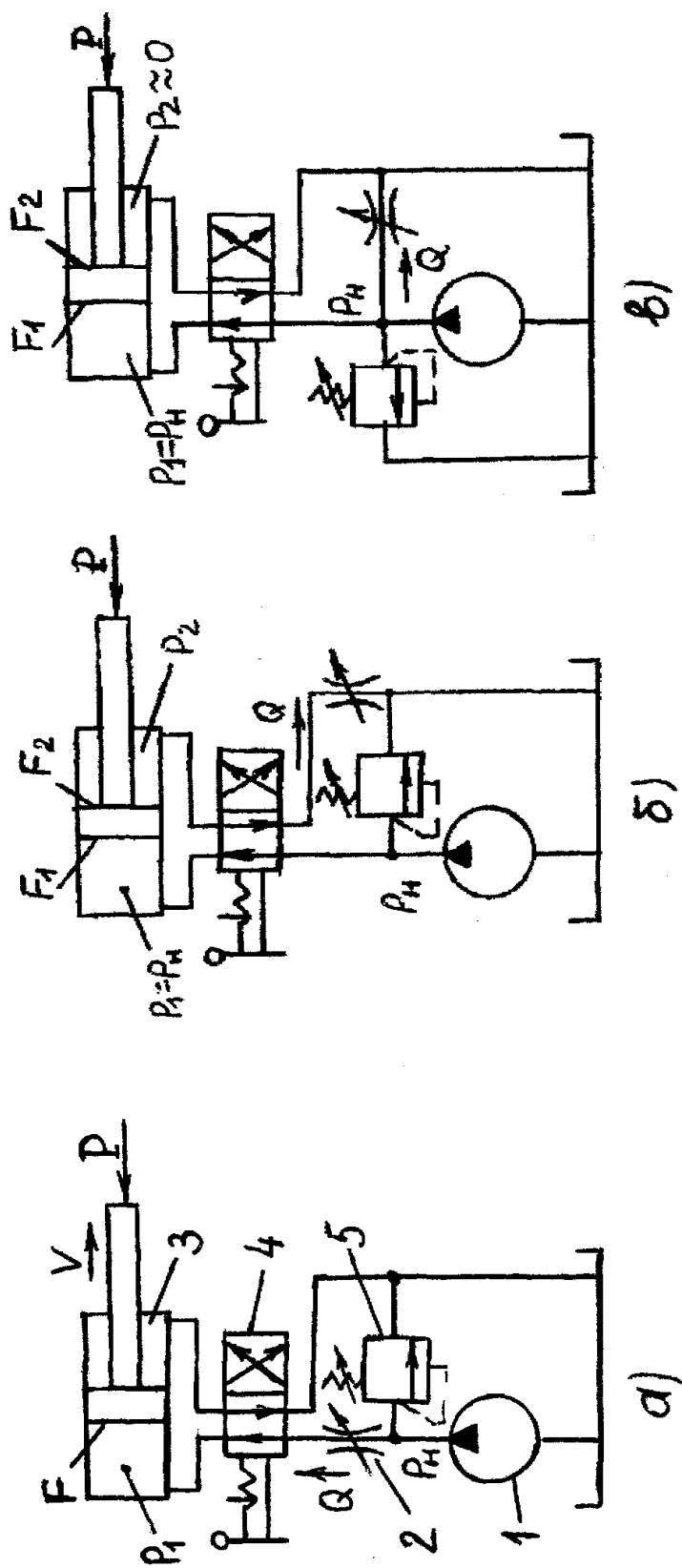


Рис. 4.1. Типовые схемы установки дросселей: а – на входе в гидродвигатель; б – на выходе; в – в параллели



В некоторых случаях (например, в дисковых пилах для холодной резки) требуется, чтобы скорость подачи уменьшалась при увеличении нагрузки. Это можно обеспечить путем применения обычных дросселей. Однако в большинстве гидроприводов установленная скорость движения должна быть постоянной в широком диапазоне изменения нагрузок на рабочих органах гидродвигателя, поэтому перепад давлений на дросселирующей щели должен поддерживаться постоянным и небольшим ( $\approx 0,2 \dots 0,3$  МПа) для получения минимальных расходов при минимально допустимой площади дросселирующей щели.

Указанным условиям удовлетворяют регуляторы расхода, которые представляют собой комбинацию дросселя с регулятором, поддерживающим постоянный перепад давлений дросселирующей щели. Чтобы снизить влияние температуры масла на установленный расход, кромки дросселирующей щели выполняют острыми. Различные модификации регуляторов расхода могут дополнительно выполнять функции предохранительного клапана непрямого действия; иметь встроенный обратный клапан; комплектоваться обратным клапаном и механически управляемым распределителем, позволяющим реализовать цикл движения: быстрый подвод – рабочая подача – быстрый отвод (возможно с регулированием скорости быстрого отвода).

### **Порядок выполнения работы**

1. Ознакомиться с гидросхемой дроссельного регулирования скорости выходного звена привода (рисунок 4.2) и подобрать соответствующие аппараты:

- гидроцилиндр – 1;
- распределитель – 1;
- дроссель с обратным клапаном – 2.

2. Собрать схему с соблюдением мер безопасности на основе гидравлического стенда FESTO.

3. В присутствии преподавателя включить стенд и приступить к выполнению работы.

### **Регулирование скорости штока**

#### ***Регулирование на входе и выходе***

При включении распределителя в положение, изображенное на рис.4.2, рабочая жидкость под давлением проходит через дроссель регулятора ДР1 (обратный клапан закрыт) в штоковую полость гидроцилиндра. Одновременно из поршневой полости гидроцилиндра жидкость проходит через дроссель регулятора ДР2 на слив (обратный клапан также закрыт).

Изменяя положение дросселя регулятора ДР1 несколько раз (5...6), наблюдать за ходом штока – регулирование на входе.

Изменяя положение дросселя ДР2, наблюдать за ходом штока – регулирование на выходе.

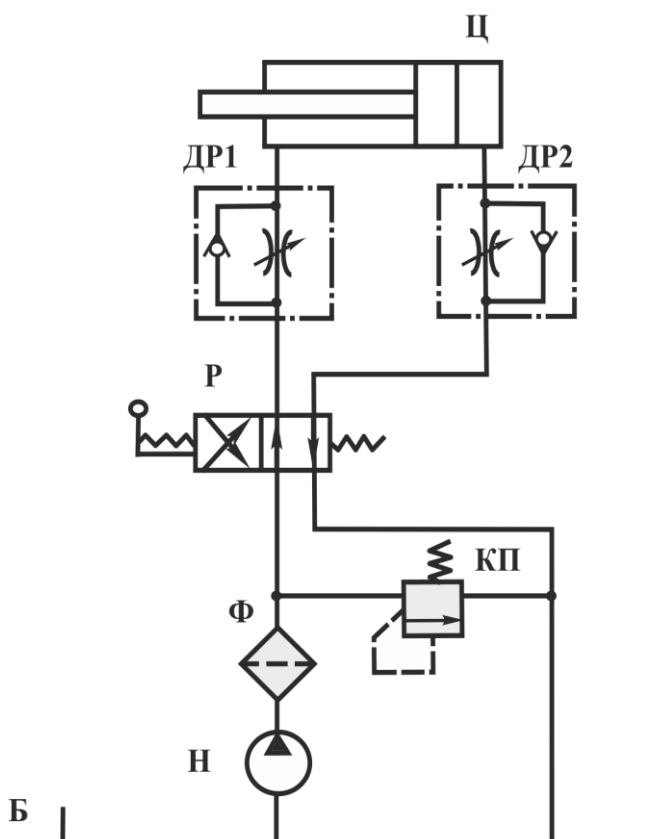


Рис. 4.2. Гидросхема дроссельного регулирования скорости выходного звена привода

При включении распределителя в крайнее левое положение (см. рис. 4.2) поток рабочей жидкости меняет направление и поступает в поршневую полость гидроцилиндра. Обратные клапаны регуляторов ДР1 и ДР2 открываются и поток течет через них, минуя дроссели обоих регуляторов.

Используя шкалу цилиндра и секундомер, определить длину хода штока  $L$  и время движения  $t$ , найти скорость движения штока  $V$ . Данные свести в таблицу 4.1 и построить графики  $V = f(t)$  при различных способах регулирования.

Определить по графику, в каком случае поршень движется быстрее и дать этому объяснение.

Таблица 4.1 Результаты измерения параметров

№	Регулирование на входе			Регулирование на выходе		
	$L$ , м	$t$ , с	$V$ , м/с	$L$ , м	$t$ , с	$V$ , м/с
1						
2						
3						
4						
5						

### Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Гидросхема дроссельного регулирования скорости выходного звена привода.
3. Таблица результатов измерений.
4. Графики зависимости скорости штока гидроцилиндра от положения дросселя.
- 4.5. Выводы по работе.

### Контрольные вопросы

1. Для чего используют дроссели в гидросистеме?
2. Какие схемы подключения дросселей применяют на практике?
3. Какая из схем подключения предпочтительнее?
4. Назовите недостатки дроссельного регулирования скорости движения штока гидроцилиндра.
5. Каким образом можно устранить недостатки дроссельного регулирования?
6. С какой целью кромки дросселирующей щели выполняют острыми?
7. Чем отличается регулятор расхода от дросселя?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

### Гидравлические узлы вспомогательных станочных механизмов

#### Цель работы:

- ознакомиться с приводом поворотных механизмов и возможностью обеспечения ступенчатого регулирования скорости в гидроприводе;
- собрать схему, моделирующую привод продольного перемещения.

#### Общие сведения

#### Гидроприводы поворотных механизмов

В револьверных головках, делительных столах, инструментальных магазинах и других механизмах станков требуется обеспечить поворот и фиксацию рабочего органа в заданном угловом положении с высокой точностью (до  $2 - 3''$ ) за ограниченное время, причем приводной механизм, расположенный в зоне обслуживания, должен быть возможно более компактным. Гидравлические приводы позволяют наилучшим образом решить эти задачи.

Инструментальная планшайба 11 (рис.5.1) револьверной головки токарного станка закреплена на валу 13, который может поворачиваться гидромотором 5 через зубчатые колеса 4 и 6, а также перемещаться в осевом направлении цилиндром 8. Предварительная угловая фиксация и путевое торможение гидромотора реализуются фиксатором 7, взаимодействующим с профильным диском 1, а окончательная – торцовыми зубьями зубчатых венцов 10 и 12, жестко связанных с корпусом 9 головки и инструментальной планшайбой соответственно. Для поиска углового положения используется электронное устройство 3, а для индикации осевого положения – блок микровыключателей 2.

В исходном положении электромагниты распределителей 1 и 2 (рис. 5.2) обесточены. При повороте включаются электромагниты распределителей 1 (цилиндр 12 расцепляет торцовые зубья зубчатых венцов) и 2 (масло под давлением поступает в полость 8, обеспечивая выход фиксатора 11 из паза диска 10), толкателем 7 золотник 3 смещается влево, соединяя камеры гидромотора 9 с напорной и сливной линиями. Гидромотор через зубчатую передачу поворачивает планшайбу в направлении, указанном стрелкой.

При подходе к заданному угловому положению устройство поиска в зоне угла  $\alpha$  отключает электромагнит распределителя 2, в результате чего фиксатор 11 пружиной 6 и давлением в торцовой полости золотника 3 прижимается к наружной цилиндрической поверхности диска 10. Далее при повороте в пределах угла  $\beta$  в соответствии с профилем диска фиксатор 11 вместе с золотником 3 смещается вправо (на схеме), и золотник своими конус-

ными поверхностями дросселирует поток масла одновременно на входе и выходе из гидромотора, обеспечивая его плавное торможение с контролем по пути (эффективность торможения может регулироваться путем изменения длины толкателя 7). После того, как фиксатор заходит в паз диска, конечный выключатель 14 дает сигнал на выключение электромагнита 1, и цилиндр 12 вводит в зацепление торцовые зубья, обеспечивая точную фиксацию планшайбы. При этом возможность некоторого проворота гидромотора обеспечивается путем соединения его рабочих камер через паз 4 золотника (поскольку ход фиксатора 11 вправо ограничен упором, между фиксатором и пазом диска имеется боковой зазор). Блок микровыключателей 13 дает сигнал на продолжение цикла. Частота вращения при повороте может ограничиваться дросселем 5.

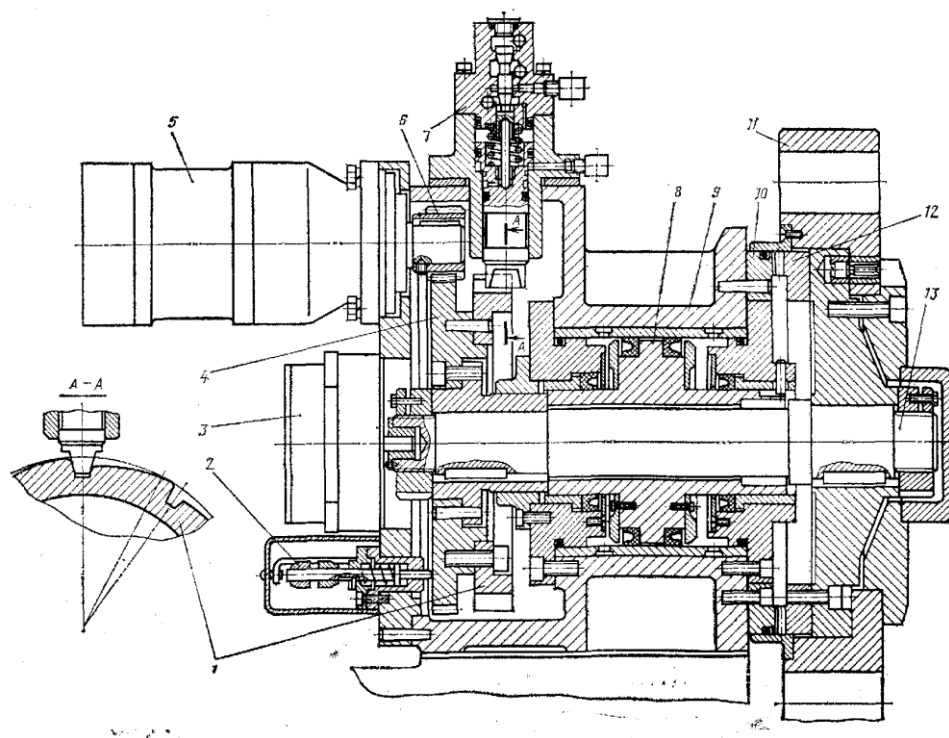


Рис.5.1. Конструкция гидрофицированной револьверной головки токарного станка

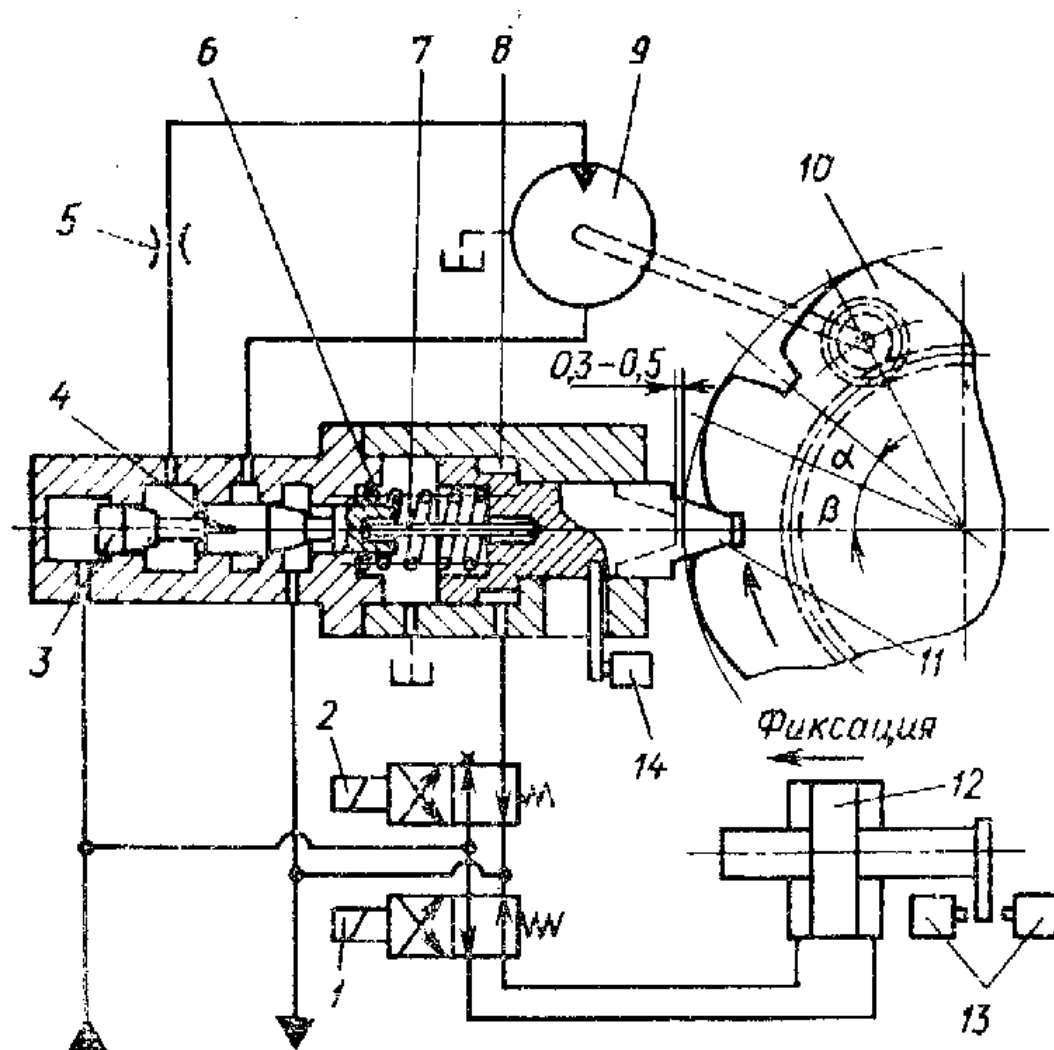


Рис. 5.2. Гидравлическая схема револьверной головки

В делительных механизмах инструментальных магазинов необходимая точность угла поворота может быть достигнута без применения зубчатых венцов с торцовыми зубьями. В этом случае распределитель 1 и цилиндр 12 отсутствуют, а фиксатор 11 без зазора входит в паз диска 10.

В ряде случаев при ограниченной продольной скорости движения суппортов (например, токарных станков) существенное снижение времени смены инструмента может быть достигнуто путем продольного перемещения каретки 10 (рис. 5.3) с инструментальным магазином 8 со скоростью до 20 м/мин в зону обработки и последующего возврата в исходное положение. При включении электромагнита распределителя 9 масло из напорной линии поступает в полость 7 дросселирующего распределителя 6, смещая его золотник в крайнее левое (на схеме) положение, при котором гидроцилиндр 1 перемещает каретку 10 влево до тех пор, пока рычаг 2, взаимодействуя с упором 3, не установит золотник в нейтральное положение. При этом достигается точность позиционирования каретки примерно 0,2 мм. После смены инструмента выключается электромагнит распределителя 9, давлением в по-

лости 4 золотник распределителя 6 смещается вправо, и каретка отводится в исходное положение, определяемое настройкой упора 5.

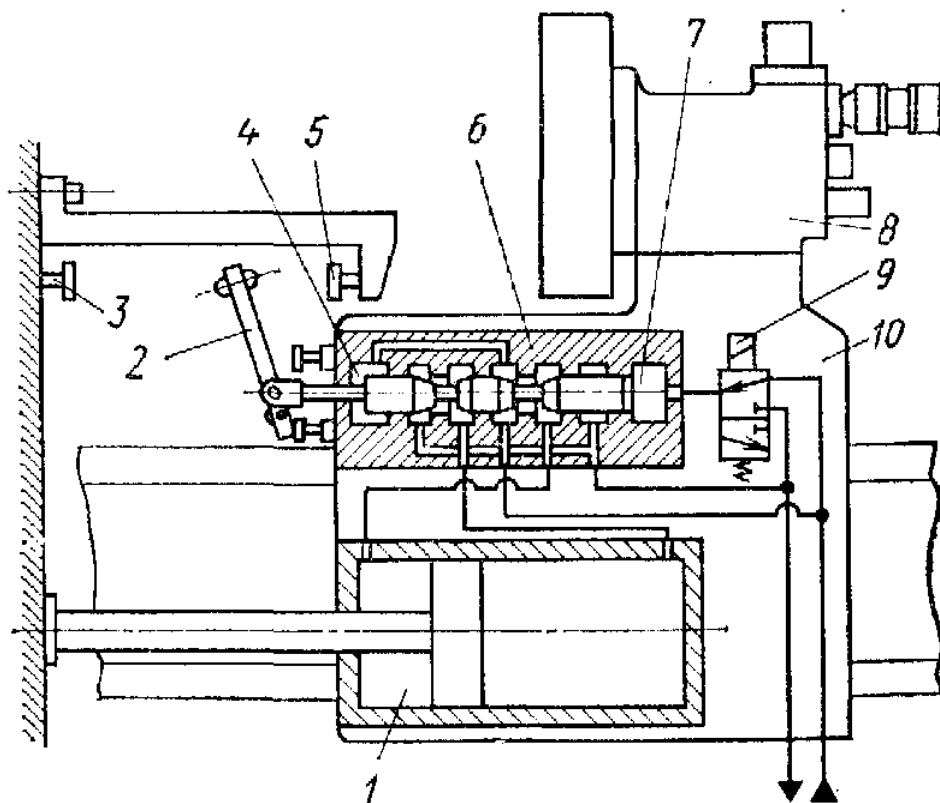


Рис. 5.3. Схема гидропривода продольного перемещения каретки с инструментальным механизмом

### Гидроприводы ступенчатого регулирования скорости

В ряде механизмов не удастся применить путевое торможение с управлением от кулачка, установленного на рабочем органе (например, в цепных инструментальных магазинах), и для обеспечения высокой точности позиционирования требуется ступенчатое изменение скорости движения при подходе к заданной координате. В гидроприводе (рис. 5.4) панель 1 ступенчато изменяет дросселирование на входе и выходе потоков масла, поступающих в гидромотор 6 привода цепного магазина. Реверс вращения гидромотора обеспечивается распределителем 12, а изменение скорости – золотником 9 панели. При отключенных электромагнитах Э1–Э3 пилотов золотник давлением масла в полости 11 поднимается в верхнее положение, при котором линии подвода масла к гидромотору запираются. При включении Э1 пружины толкателей 2 и 3 опускают золотник до упора в шайбу 10, что соответствует минимальному открытию дросселирующих щелей 7 и 8 («ползучая» скорость гидромотора). Включением электромагнита Э2 через толкатель 3 обеспечи-

вается дополнительное смещение золотника вниз (вторая ступень скорости), а включением электромагнита Э3 – максимальное смещение вниз (третья ступень), причем скорости могут регулироваться винтами 4 и 5. При торможении электромагниты Э3, Э2 и Э1 последовательно отключаются, благодаря чему достигается требуемая точность позиционирования при скорости движения цепи до 30 – 40 м/мин и большом количестве инструментов (до 40 – 60 шт.).

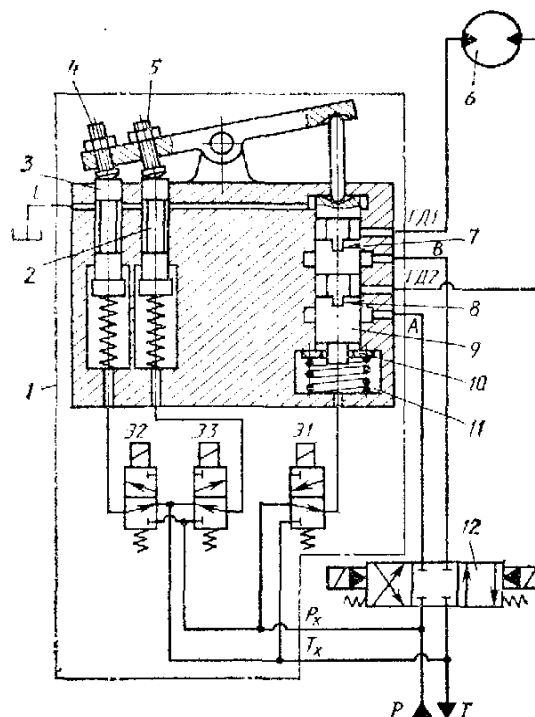


Рис. 5.4. Схема гидропривода ступенчатого регулирования скорости:  
ГД1 и ГД2 – линии подключения гидродвигателя.

### Порядок выполнения работы

1. Рассмотреть конструктивную схему подачи круглошлифовального врезного автомата со ступенчатым регулированием скорости подачи (рис. 5.5).

2. Ознакомиться с пневмосхемой (рис. 5.6) и подобрать соответствующие аппараты:

- пневмоцилиндр – 1;
- распределитель – 1;
- дроссель с обратным клапаном – 2.

3. Собрать схему на основе пневмостенда FESTO, включить стенд.



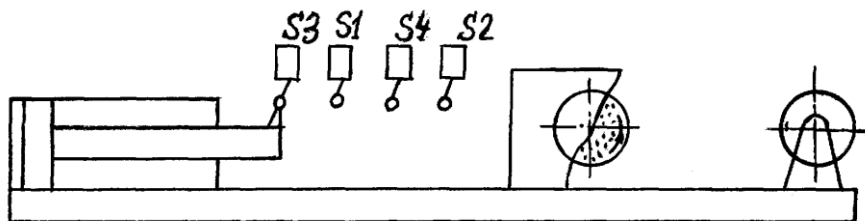


Рис. 5.5. Конструктивная схема подач круглошлифовального врезного автомата со ступенчатым регулированием скорости подачи.

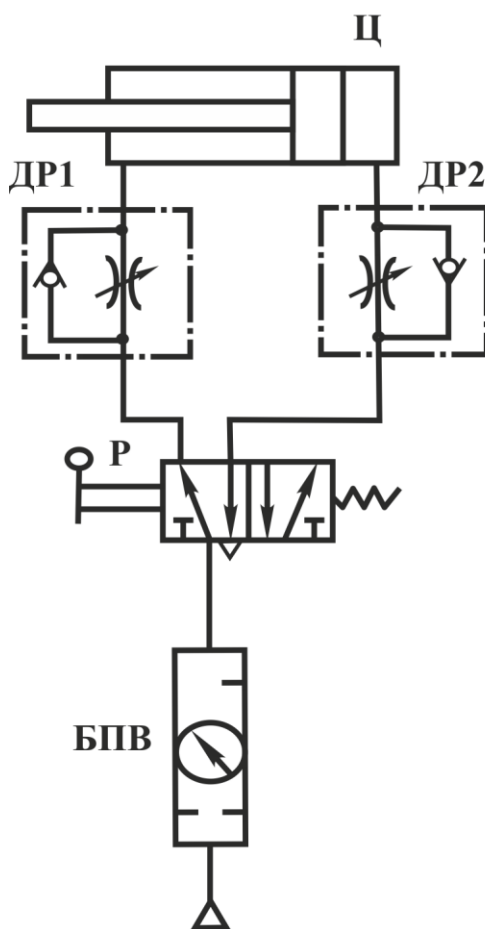


Рис. 5.6. Схема пневмопривода продольного перемещения.

### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткое описание работы механизмов.
3. Схема (по указанию преподавателя).

### Контрольные вопросы

1. Устройство и работа револьверной головки по рис. 5.1 и 5.2
2. Назначение и работа механизма перемещения каретки по рис. 5.3.
3. Работа гидропривода регулирования скорости (рис. 5.4).
4. Объяснить работу пневмосистемы (рис. 5.6).

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

### Гидроприводы плоскошлифовальных станков

#### Цель работы:

- по гидравлической схеме изучить принцип действия плоскошлифовального станка модели 3Д722;
- собрать схему, моделирующую работу возвратно-поступательного перемещения стола плоскошлифовального станка.

#### Общие сведения

Гидроприводы обеспечивают возвратно-поступательное движение стола или шлифовальной бабки, работу механизмов подачи, устройств правки и автоматического контроля, различные блокировки, выборку зазоров, работу подшипников шпинделя, смазочных устройств и другие функции.

*Гидропривод плоскошлифовального станка с прямоугольным столом модели 3Д722* показан на рис. 6.1. Основные узлы: Н – регулируемый пластинчатый насос 2Г12-55АМ; цилиндры: ЦС – привода стола, ЦБ – шлифовальной бабки, ЦВП – механизма вертикальной подачи, ЦР – блокировки ручного перемещения; распределители: РС – управления столом, РО – управления остановкой стола, РБ – управления шлифовальной бабкой, РД – дозирующий, Р1–Р5 – типа ВЕ6; ДР1–ДР3 – дроссели с дистанционным электроуправлением; ДР4 – дроссель; ДМ – демпфер; КО1 – обратный клапан; ЗМ – переключатель манометра ПМ6-320; Ф1, Ф2 – фильтры.

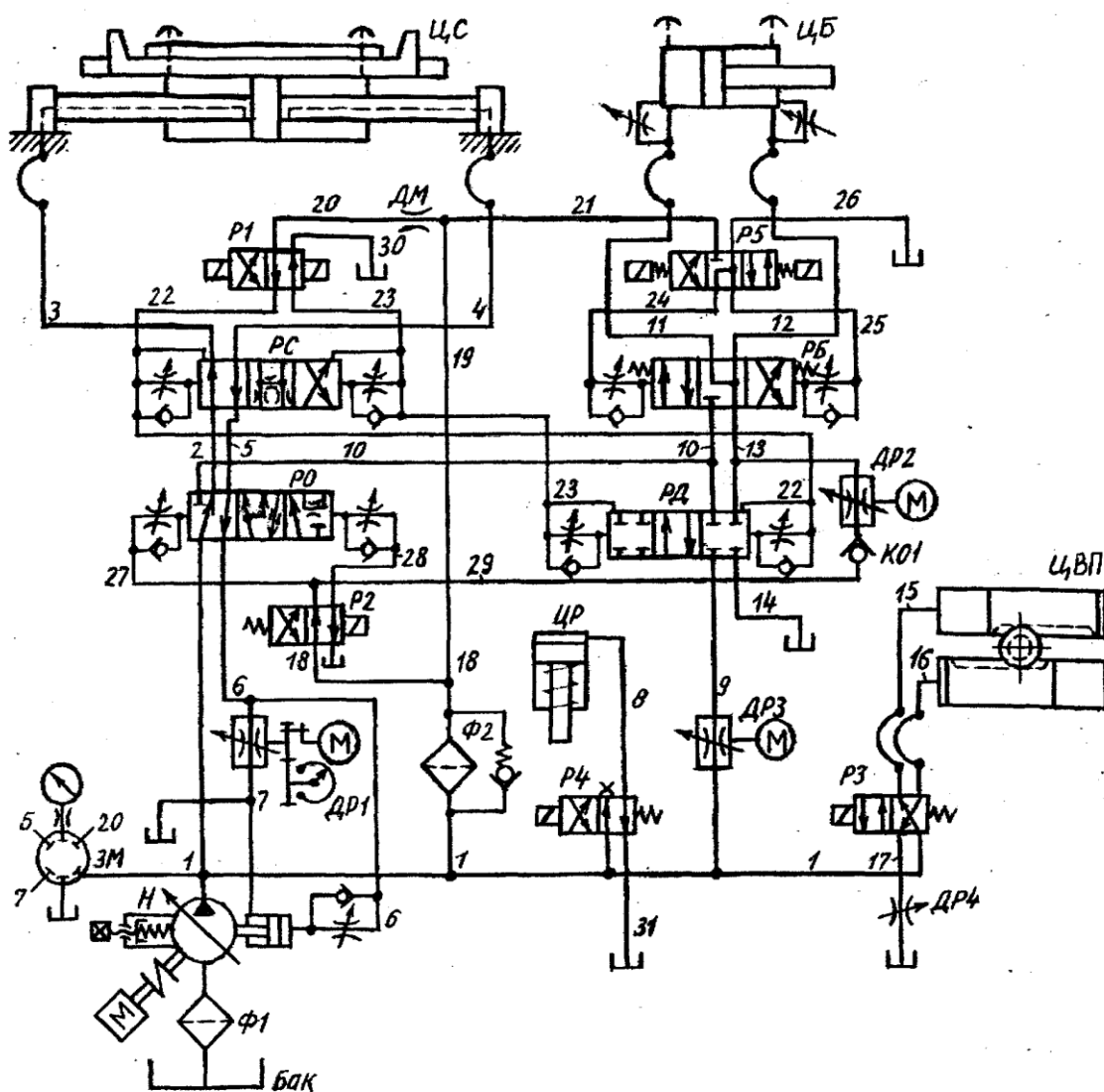


Рис. 6.1. Гидропривод плоскошлифовального станка с прямоугольным столом модели 3Д722

Схема выполнена в положении, соответствующем движению стола влево при остановленной шлифовальной бабке:

$\Phi 1 - H - 1 - P O - 2 - P C - 3 - \overleftarrow{ЦС} / ЦС - 4 - P C -$   
 $- 5 - P O - 6 - ДР1 - 7 - Бак.$

Скорость движения регулируется дросселем ДР1, перепад давлений на котором поддерживается постоянным за счет автоматического изменения подачи насоса. Реверс движения стола обеспечивается путем переключения Р1

по команде от электрических датчиков положения, установленных на столе. При этом поток в линиях управления

$$\begin{aligned} &\Phi 1-H-1-\Phi 2-18-19- \\ &-ДМ-20-P1-23-\left[\begin{array}{c} \overleftarrow{PC}/PC \\ \overrightarrow{PD}/PD \end{array}\right]-22-P1-30-Бак. \end{aligned}$$

После переключения РС движение стола реверсируется.

Включение подачи шлифовальной бабки обеспечивается одним из электромагнитов Р5. Так, если включен правый электромагнит, в системе управления

$$\begin{aligned} &\Phi 1-H-1-\Phi 2-18-19-21-P5-24- \\ &-\overrightarrow{PB}/PB-25-P5-26-Бак. \end{aligned}$$

При каждом реверсе стола одновременно с РС переключается РД, золотник которого, проходя через среднее положение, кратковременно соединяет между собой линии 9–10 и 13–14, обеспечивая прерывистую подачу шлифовальной бабки со скоростью, определяемой настройкой ДРЗ, а также дросселей, регулирующих время переключения РД. Поток масла в системе подачи

$$\begin{aligned} &\Phi 1-H-1-ДРЗ-9-РД-10-РБ-11- \\ &-\overrightarrow{CB}/CB-12-РБ-13-РД-14-Бак. \end{aligned}$$

Вертикальная подача производится при включении электромагнита РЗ

$$\begin{aligned} &\Phi 1-H-1-P3-16-\overrightarrow{CBП}/\overleftarrow{CBП}-15- \\ &-P3-17-ДР4-Бак. \end{aligned}$$

Движение стола прекращается после отключения электромагнита Р2

$$\Phi 1-H-1-\Phi 2-18-P2-28-\overleftarrow{PO}/PO-27-P2-Бак.$$

В результате РО объединяет полости ЦС и соединяет между собой линии 1 и 10, обеспечивая возможность реализации непрерывной подачи шли-

фовальной бабки путем включения одного из электромагнитов Р5. Если включен левый электромагнит, то в системе происходит следующее:

$$\Phi 1 - H - 1 - P O - 10 - P B - 12 - \overset{\leftarrow}{ЦБ} / ЦБ - 11 - P B - \\ - 13 - ДР 2 - K O 1 - 29 - P 2 - Бак.$$

ЦР срабатывает при включении электромагнита Р4 ( $\Phi 1 - H - 1 - P 4 - 8 - ЦР \downarrow$ ); при отключении электромагнита ЦР соединяется с баком через линию 31.

### Порядок выполнения работы

1. Рассмотреть конструктивную схему плоскошлифовального станка (рис. 6.2) с возвратно-поступательным перемещением стола.

2. Ознакомиться с пневмосхемой (рис. 6.3) и подобрать соответствующие аппараты:

- пневмоцилиндр – 1;
- распределитель – 1.

3. Собрать схему на основе пневмостенда FESTO, включить.

Возвратно-поступательное движение поршня задается распределителем Р.

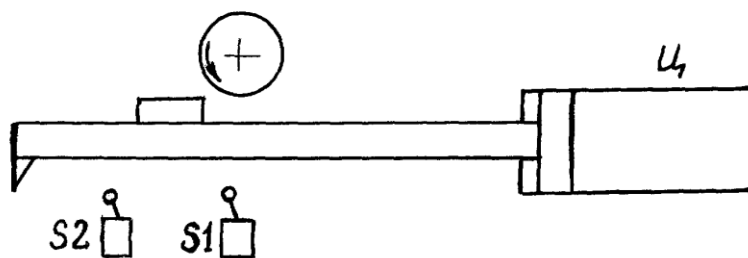


Рис. 6.2. Конструктивная схема возвратно-поступательного перемещения стола плоскошлифовального станка



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

### Гидроприводы фрезерных станков

#### Цель работы:

- изучить принцип работы гидроприводов фрезерных станков на базе вертикально-фрезерного полуавтомата с ЧПУ;
- собрать схему, моделирующую гидравлический привод подач стола фрезерного станка с гидравлическим зажимом изделия.

#### Общие сведения

В станках фрезерной группы применяются гидроприводы подач, гидравлические и электрогидравлические копировальные устройства, а также гидроприводы различных вспомогательных механизмов.

Гидропривод вертикально-фрезерного полуавтомата с ЧПУ модели Г48-8 [содержит бак, двухпоточный пластинчатый насос Н1+Н2, гидропанель РП, маслоохладитель МО, фильтр Ф типа, реле давления РД, золотник включения манометра ЗМ с манометром, подпорные клапаны КП1 и КП2, распределители Р1, Р2, Р3, Р4, Р5, Р6; цилиндры: ЦП1 – подачи стола, ЦП2 – подачи салазок, ЦВП – вертикальной подачи шпиндельной бабки, ЦРИ – разжима инструмента, ЦРБ – разжима шпиндельной бабки, ЦВМ – вертикального перемещения магазина, ЦПС – переключения скоростей, ЦПМ – поворота магазина, ЦЗ – захватов; ДГР1–ДГР3 – дросселирующие гидрораспределители, управляемые от шаговых двигателей ШД через редукторы Р, задающие винты ЗВ и шупы Ш; КО – клапан обратный.

При ускоренных перемещениях масло поступает в систему от двух насосов, а при рабочих подачах – от Н1. В результате поворота ЗВ (от шагового двигателя ШД через редуктор Р) шуп Ш, прижатый к кромке резьбы винта, смещает золотник ДГР. Масло поступает в цилиндр, перемещающий рабочий орган в направлении, противоположном направлению смещения верхнего конца шупа. Поскольку ЗВ перемещается вместе с рабочим органом, движение последнего прекращается, когда золотник ДГР возвращается в нейтральное положение.

Во время рабочей подачи стола вправо поток рабочей жидкости под давлением от насоса Н1 проходит по трубопроводу 1 через фильтр Ф, обратный клапан КО к распределителю ДГР1, а затем по гидролинии 6 в левую полость гидроцилиндра ЦП1. Из правой полости ЦП1 рабочая жидкость по гидролинии 5 проходит через распределитель ДГР1, затем по 21 и 22 через

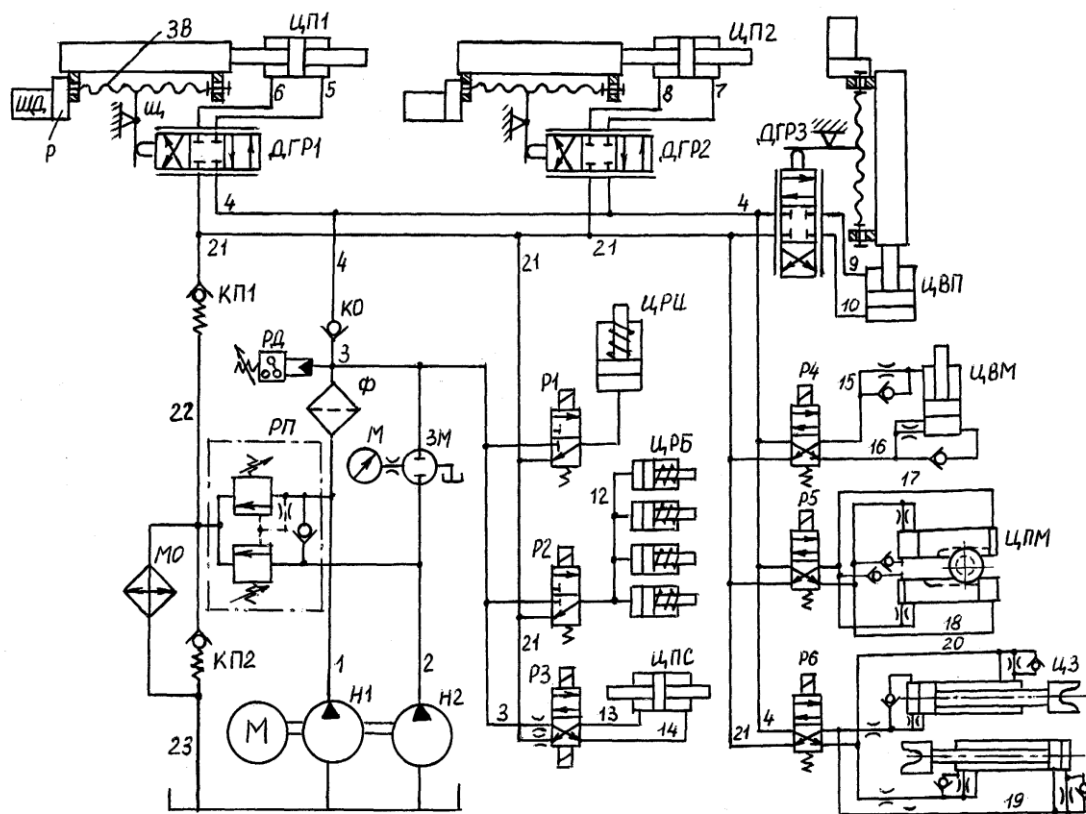
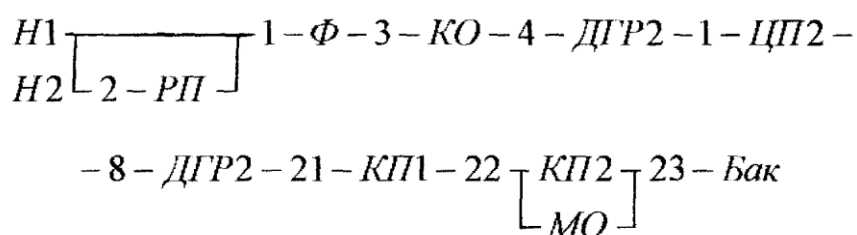


Рис. 7.1. Гидропривод вертикально-фрезерного полуавтомата с ЧПУ  
клапаны КП1, КП2 и маслоохладитель МО и по гидролинии 23 возвращается  
в бак

При ускоренном ходе салазок влево жидкость проходит по следующему контуру:



Привод вертикальной подачи шпиндельной бабки работает аналогично. Цилиндры ЦВМ, ЦПМ и ЦЗ имеют встроенные устройства, обеспечивающие торможение поршня в конце хода.



### Порядок выполнения работы

1. Рассмотреть конструктивную схему подачи стола фрезерного станка (рис. 7.2).

2. Ознакомиться с гидросхемой (рис. 7.3) и подобрать соответствующие аппараты на базе гидравлического стенда FESTO:

- гидроцилиндр – 2;
- распределитель – 2;
- дроссель с обратным клапаном – 1;
- клапан редукционный – 1.

3. Собрать схему с соблюдением мер безопасности и включить стенд.

Усилие зажима в схеме регулируется редукционным клапаном КР. Для контроля давления зажима в нагнетательной магистрали цилиндра зажима установлен манометр.

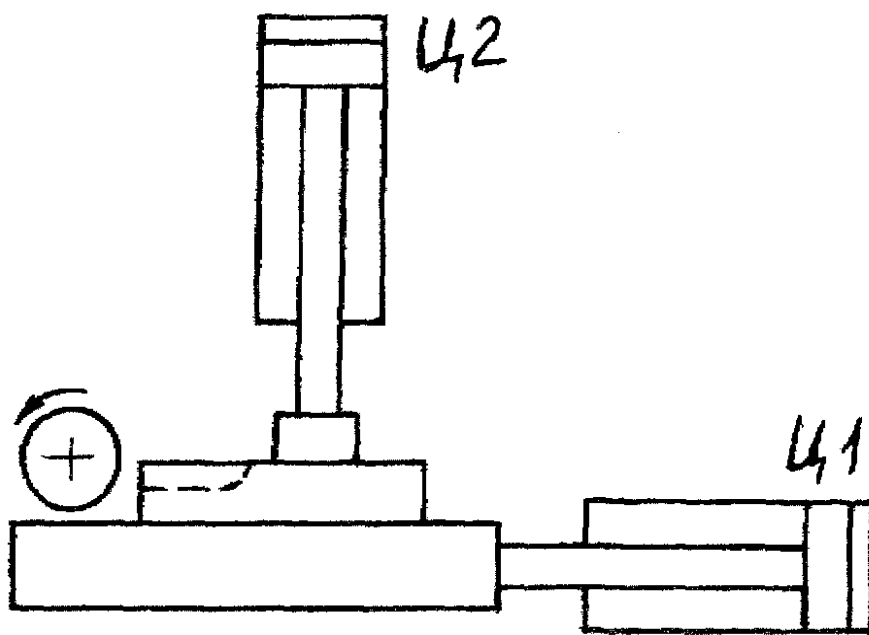


Рис. 7.2. Конструктивная схема подачи стола фрезерного станка

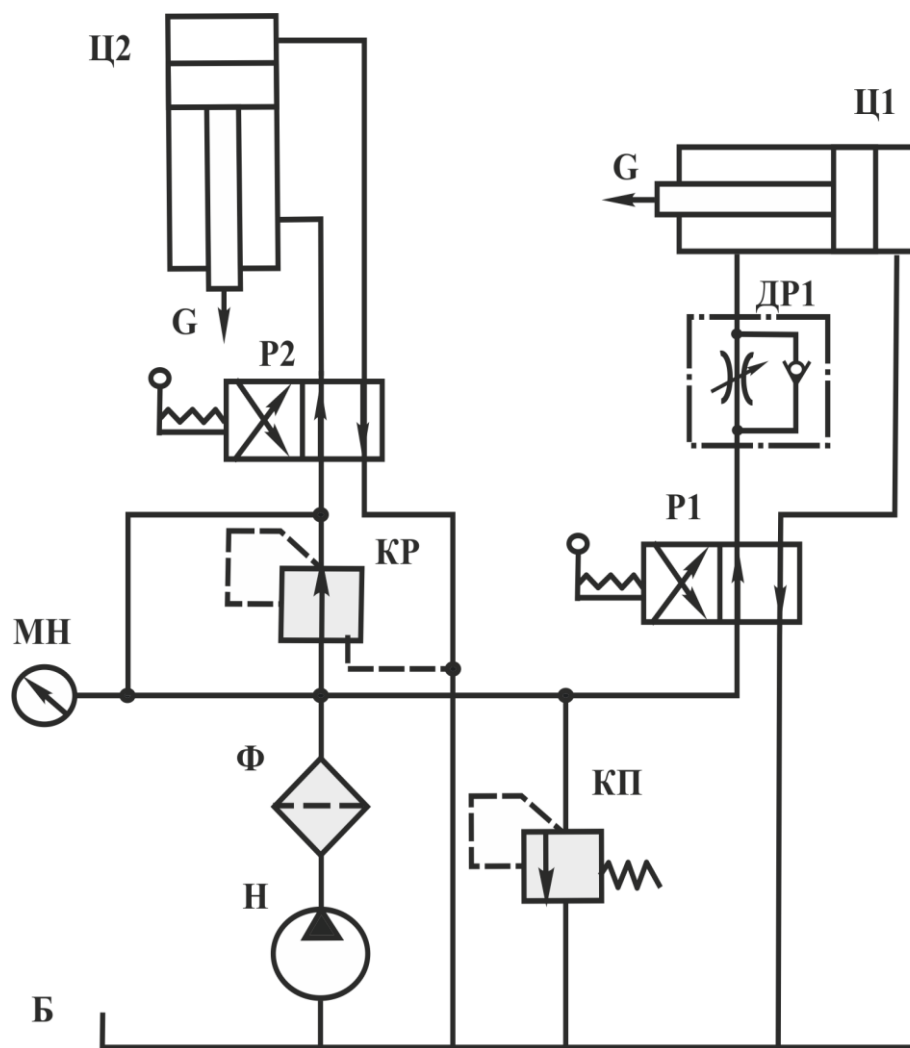


Рис. 7.3. Гидропривод подачи стола фрезерного станка

### Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Использование гидроприводов в станках фрезерной группы.
3. Конструктивная и принципиальная схемы подачи стола фрезерного станка.

### Контрольные вопросы

1. Объяснить назначение и работу приводов, использующих гидроцилиндры по рис. 7.1 и 7.3.
2. Объяснить необходимость использования гидروпанели РП по рис. 7.1, дросселя с обратным клапаном ДР1 по рис. 7.3.



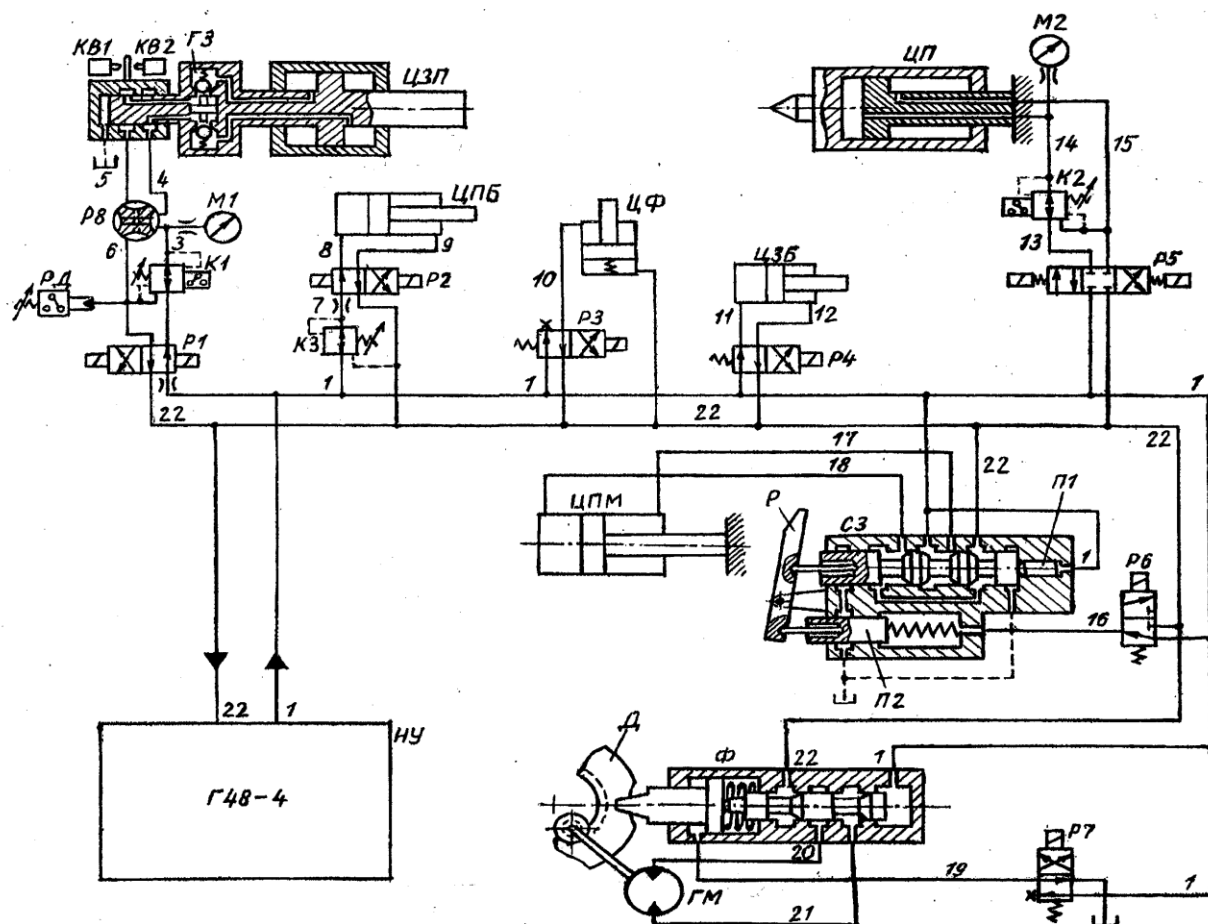


Рис. 8.1. Гидропривод токарного патронно-центрового полуавтомата с ЧПУ модели 1725БФ3

При разжиме включается левый электромагнит:

$$\begin{aligned}
 & \text{НУ} - 1 - P1 - 6 - P8 - 5 - \vec{ГЗ} - \vec{ЦЗП} / \vec{ЦЗП} - ГЗ - 4 - \\
 & \quad \quad \quad \downarrow \begin{array}{l} PД \\ K1 \end{array} \\
 & \quad \quad \quad - P8 - 3 - K1 - 2 - P1 - 22 - \text{НУ}.
 \end{aligned}$$

Когда поршень ЦЗП доходит до упора, РД дает сигнал на продолжение цикла.

ЦПБ срабатывает при включении одного из магнитов распределителя Р2 (1-К3-7-Р2-8-ЦПБ/ЦПБ-9-Р2-22); ЦФ – при переключении Р3 (1-Р3-10-ЦФ↓/ЦФ-22); ЦЗБ – при переключении Р4 (1-Р4-11-ЦЗБ/ЦЗБ-12-Р4-22).

При подводе пиноли задней бабки включается левый электромагнит распределителя Р5:

$$\begin{array}{c} \text{НУ} - 1 - \text{Р5} - 13 - \text{К2} - 14 \begin{array}{l} \overleftarrow{\text{ЦП}} / \text{ЦП} - \\ \perp \text{М2} \end{array} \\ - 15 \begin{array}{l} \text{Р5} - 22 - \text{НУ}. \\ \perp \text{К2} \end{array} \end{array}$$

ЦПМ управляется золотником С3, корпус которого установлен на каретке инструментального магазина. В положении, показанном на схеме, магазин отводится назад:

$$\begin{array}{c} \text{НУ} - 1 \begin{array}{l} \text{Р6} - 16 - \overleftarrow{\text{П2}} / \text{Р} / \overrightarrow{\text{С3}} \\ \perp \text{С3} - 17 - \overleftarrow{\text{ЦПМ}} / \text{ЦПМ} - 18 - \text{С3} - 22 - \text{НУ}. \end{array} \end{array}$$

Когда рычаг Р доходит до упора, С3 ставится в нейтральное положение, и движение останавливается. При включении электромагнита распределителя Р6 следящий золотник С3 плунжером П1 смещается влево, и магазин подводится в позицию смены инструмента:

$$\begin{array}{c} \text{НУ} - 1 \begin{array}{l} \text{П1} - \overleftarrow{\text{С3}} / \text{Р} / \overrightarrow{\text{П2}} - 16 - \text{Р6} \text{ — } 22 - \text{НУ}. \\ \perp \text{С3} - 18 \overleftarrow{\text{ЦПМ}} / \text{ЦПМ} - 17 - \text{С3} \end{array} \end{array}$$

Поворот магазина реализуется включением магнита распределителя Р7:

$$\begin{array}{c} \text{НУ} - 1 \begin{array}{l} \text{Р7} - 19 - \overrightarrow{\Phi} \\ \perp \Phi - 21 - \overrightarrow{\Gamma\text{М}} / \Gamma\text{М} - 20 - \Phi - 22 - \text{НУ}. \end{array} \end{array}$$

### Порядок выполнения работы

1. Рассмотреть конструктивную схему работы шпинделя токарного станка (рис. 8.2).

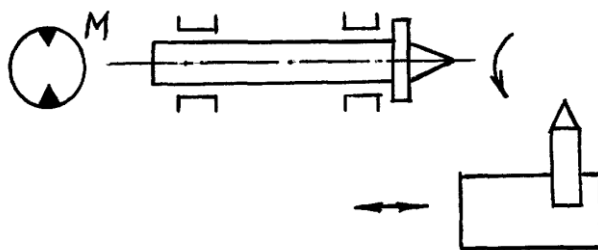


Рис. 8.2. Конструктивная схема работы шпинделя токарного станка

2. Ознакомиться с гидросхемой (рис. 8.3) и подобрать соответствующие аппараты на основе гидравлического стенда FESTO:

- гидромотор – 1;
- распределитель – 1;
- дроссель с обратным клапаном – 2.

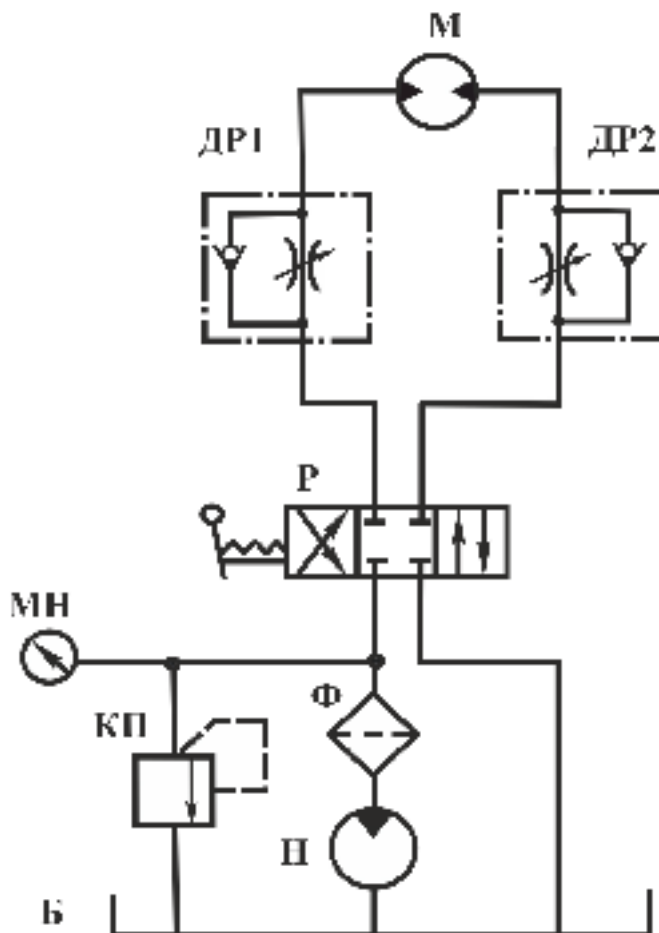


Рис. 8.3. Гидропривод вращения шпинделя токарного станка

3. Собрать схему, включить стенд.

### Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Применение гидропривода в токарных станках.
3. Конструктивная и принципиальная схемы вращения шпинделя токарного станка.

### Контрольные вопросы

1. Назначение, преимущества и недостатки механизмов токарного станка.
2. Объяснить работу гидроприводов:
  - механизма зажима патрона;
  - механизма подвода задней бабки;
  - вращения шпинделя;
  - каретки инструментального механизма (отвод-подвод и поворот).

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

### Гидропривод универсальных одностоечных прессов

#### Цель работы:

- изучить принцип действия универсальных одностоечных прессов;
- собрать схему, моделирующую работу гибочной машины.

#### Общие сведения

Одностоечные прессы предназначены для правки, рихтовки, монтажно-запрессовочных работ, листовой штамповки деталей малых серий (гибки, формовки, вытяжки), прессования изделий из пресс-порошков.

Гидросистема прессов (рис. 9.1) обеспечивает наладочный (ручное управление движением ползуна и выталкивателя), полуавтоматический и автоматический режимы.

В полуавтоматических и автоматических режимах осуществляется работа пресса без гидроподушки, с гидроподушкой, с выталкивателем. При ручном управлении прессом рычажная система управления 17 позволяет изменять усилие пресса, скорость перемещения ползуна, а также положение ползуна в зависимости от положения рукоятки управления.

*Полуавтоматический режим.* Для пуска пресса следует одновременно нажать две пусковые кнопки обеими руками на двух пультах управления,

расположенных на передней стороне нижней консоли пресса, что обеспечивает безопасность работы. В результате включаются электромагниты 1Э и 2Э распределителей 1 и 12.

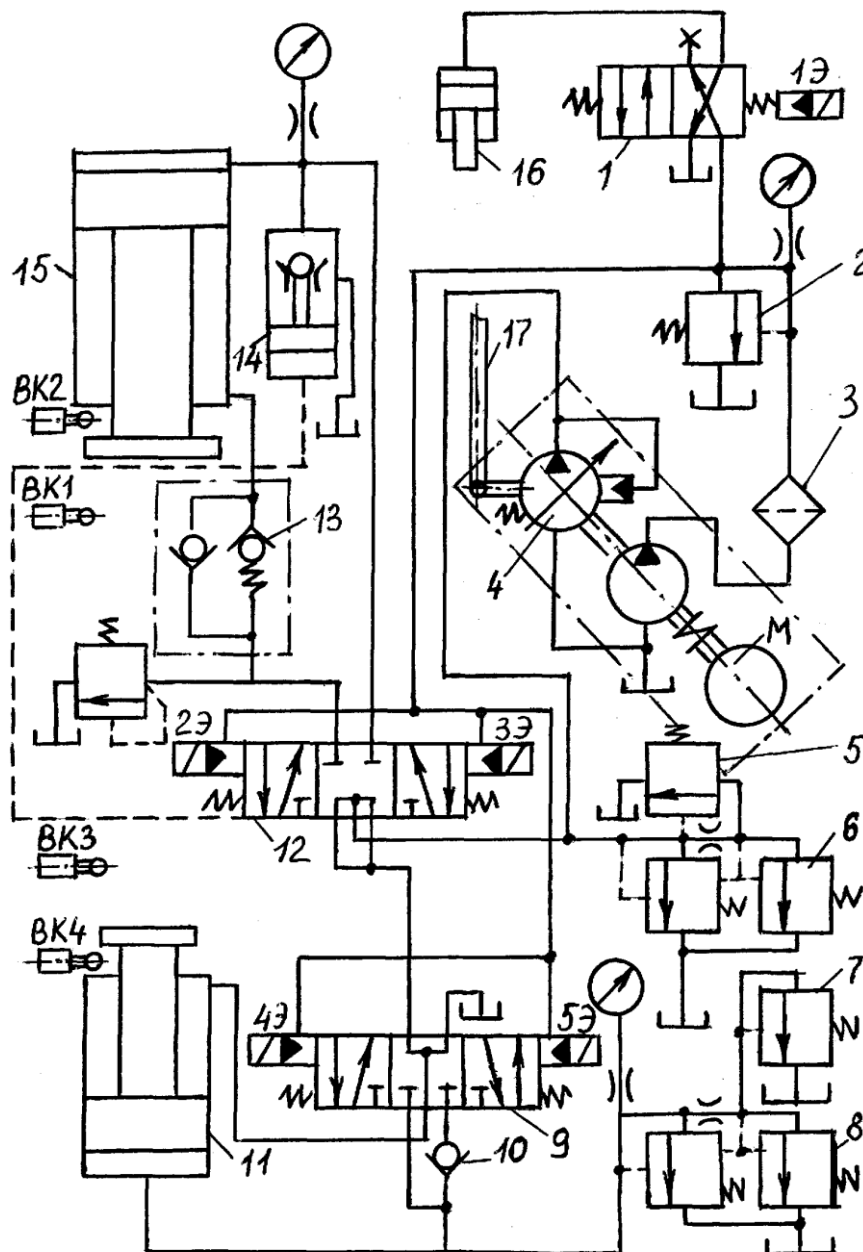


Рис. 9.1. Гидросхема универсального одностоечного пресса

Распределитель 1 обеспечивает подачу жидкости от насоса управления к плунжеру 16, переключая через систему рычагов ручного управления (на схеме не показаны) насос 4 из «нулевой» подачи на режим подачи жидкости в систему. Распределитель 12 при включении электромагнита 2Э соединяет поршневую полость цилиндра 15 с напорной линией насоса 4, а его штоковую полость через подпорный клапан 13 с линией слива. Ползун пресса со-



вершает ход вниз. Механизм управления насоса уменьшает его подачу по мере увеличения нагрузки на шток цилиндра 15. Нижнее положение ползуна контролируется конечным выключателем ВК1. По команде от ВК1 или от реле времени (выдержки ползуна в нижнем положении) происходит переключение пресса на ход ползуна вверх, при котором отключается электромагнит 2Э и включается электромагнит 3Э, распределитель 12 соединяет штоковую полость цилиндра 15 с насосом, а его поршневую полость со сливом.

Гидрозамок 14 плавно разгружает поршневую полость цилиндра 15 от давления и открывает линию дополнительного слива масла из этой полости. Происходит возврат ползуна в верхнее исходное положение. Конечный выключатель ВК2 отключает электромагниты распределителей 1 и 12, останавливая ползун и выводя насос на «нулевую» подачу.

В случае работы пресса с выталкивателем конечный выключатель ВК2 в верхнем положении ползуна, останавливая ползун выключением электромагнита 3Э, дает команду на ход выталкивателя вверх, при этом выключается электромагнит 4Э распределителя 9. Команду на возврат выталкивателя в исходное положение дает конечный выключатель ВК3.

В нижнем положении выталкивателя конечный выключатель ВК4 отключает электромагниты 5Э и 1Э распределителей 9 и 1, останавливая пресс и выводя насос 4 на «нулевую» подачу. Подпорный клапан 10 предотвращает произвольное опускание выталкивателя при его движении вниз.

Работа пресса в режиме с гидроподушкой начинается при верхнем положении штока выталкивателя. В процессе рабочего хода ползуна пресса масло из поршневой полости цилиндра 11 вытесняется через предохранительный клапан 8, настройка которого определяет усилие гидроподушки. В этом случае гидроподушка возвращается в исходное верхнее положение по команде конечного выключателя ВК2 после возвращения ползуна в верхнее исходное положение, а насос выводится на «нулевую» подачу от конечного выключателя ВК3.

Система плунжера 16, так же как и система управления распределителями 12 и 9, питается от насоса управления, встроенного в корпус основного насоса 4.

Для очистки масла предусмотрен фильтр 3 с тонкостью фильтрации 25 мкм. Защита гидросистемы пресса от перегрузки осуществляется предохранительными клапанами 2 и 6. Для удобства обслуживания пресса установлены дублирующие регулировочные головки 7 и 5 предохранительных клапанов 8 и 6, определяющие усилие прессования и гидроподушки выталкивателя.

*Автоматический режим.* Все позиции цикла совершаются автоматически с паузами между циклами от реле времени для снятия готового изделия и установки новой заготовки.

Гидравлические приводы конструктивно выполнены в виде отдельных гидроагрегатов, встраиваемых в станины прессов.

Так как рассмотренные прессы могут использоваться для выполнения гибки, соберем схему гибочной машины.

### Порядок выполнения работы

1. Рассмотреть конструктивную схему гибочной машины (рис. 9.2).
2. Ознакомиться с гидросхемой (рис. 9.3) и подобрать соответствующие аппараты на основе гидравлического стенда FESTO:

- гидроцилиндр – 3;
- распределитель – 3;
- клапан редукционный – 1;
- дроссель с обратным клапаном – 2.

3. Собрать схему, включить стенд.

Гидроцилиндр зажима и гибочные гидроцилиндры включаются вручную.

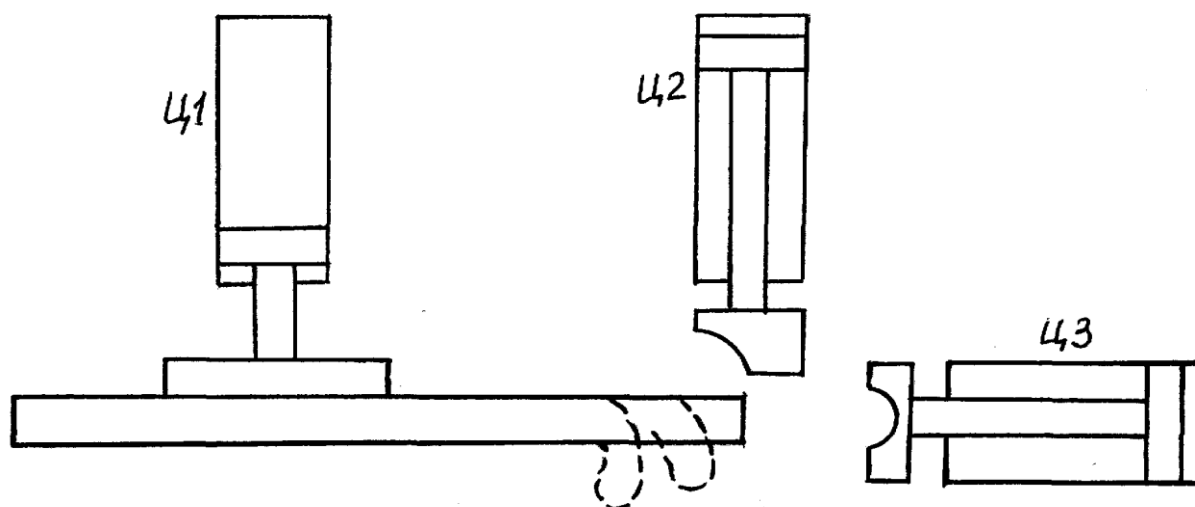


Рис. 9.2. Конструктивная схема гибочной машины

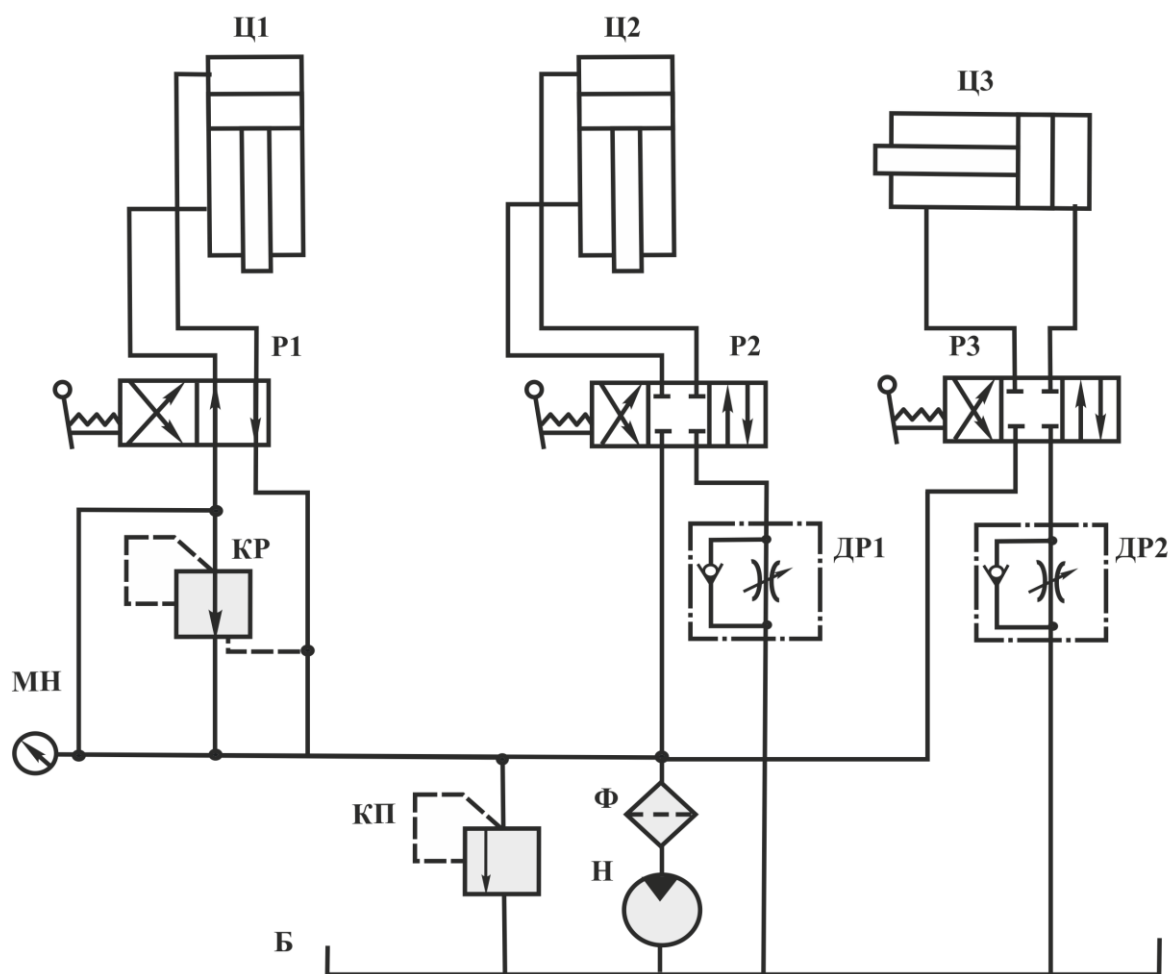


Рис. 9.3. Гидросхема, моделирующая работу гибочной машины

### Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Применение гидропривода в одностоечных прессах.
3. Конструктивная схема гибочной машины.
4. Гидросхема, моделирующая работу гибочной машины.

### Контрольные вопросы

1. Назначение одностоечных прессов.
2. Возможности гидросистемы пресса.
3. Обеспечение техники безопасности при работе на прессе.
4. Работа гидропресса в полуавтоматическом режиме.
5. Элементы гидросхемы одностоечного пресса.
6. Работа пресса с выталкивателем, с гидropодушкой.
7. Объяснить работу гибочной машины по гидросхеме .

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

### Прессы-полуавтоматы для переработки пластмасс

#### Цель работы:

- изучить принцип действия прессов для переработки пластмасс;
- собрать схему, моделирующую главное движение гидропресса.

#### Общие сведения

Технологические процессы переработки различных пластмасс имеют особенности, требующие резкого сокращения времени смыкания пресс-форм, что возможно только при повышении до 160–200 мм/с холостых и до 4–7 мм/с рабочих скоростей движения ползуна пресса.

Гидросхема привода к прессам-полуавтоматам (рис.10.1) обеспечивает работу в режимах прямого прессования и трансферного литья.

В исходном положении электромагниты распределителей обесточены, а золотники последних находятся в положении, показанном на рисунке 9.1. Насос 1 (2) разгружен. Ползун 6 удерживается в верхнем положении возвратными цилиндрами 7. Пресс начинает работать при включении электромагнитов 2Э и 5Э распределителей 15 (1) и 11. Распределитель 11 направляет масло из системы управления к клапану наполнения 9 и гидрозамку 12, распределитель 15 (1) открывает слив масла из возвратных цилиндров.

Масло вытесняется силой тяжести ползуна из возвратных цилиндров 7 через открытый гидрозамок 12 и дроссель 13. Освобождаемый объем главного цилиндра 8 заполняется маслом через клапан наполнения из бака наполнения 10 насосом 1 (2). Скорость холостого хода ползуна определяется настройкой дросселя 13.

Холостой ход ползуна ограничивается выключателем ВК1, переключающим пресс на медленный ход. При этом отключается магнит 5Э распределителя 11. Клапан 12, закрываясь, отключает дроссель 13, а клапан наполнения 9 – полость главного цилиндра 8 от бака 10.

Скорость ползуна определяется подачей насоса 1 (2), нагнетающего масло в цилиндр через распределитель 15 (1) и обратный клапан 14. Масло из возвратных цилиндров вытесняется через поддерживающий клапан 16.

После предварительного прессования материала в пресс-форме и повышения давления в главном цилиндре до 8–16 МПа реле давления РД дает команду на подпрессовки, отключая электромагнит 2Э и включая электромагниты 1Э и 5Э распределителей 15 (1) и 11. При этом золотник распределителя 15 (1), перемещаясь влево, направляет масло от насоса 1 (2) через дроссель 13 и гидрозамок 12 в возвратные цилиндры 7, а из главного цилиндра 8 масло через клапан наполнения 9 вытесняется в бак наполнения 10.

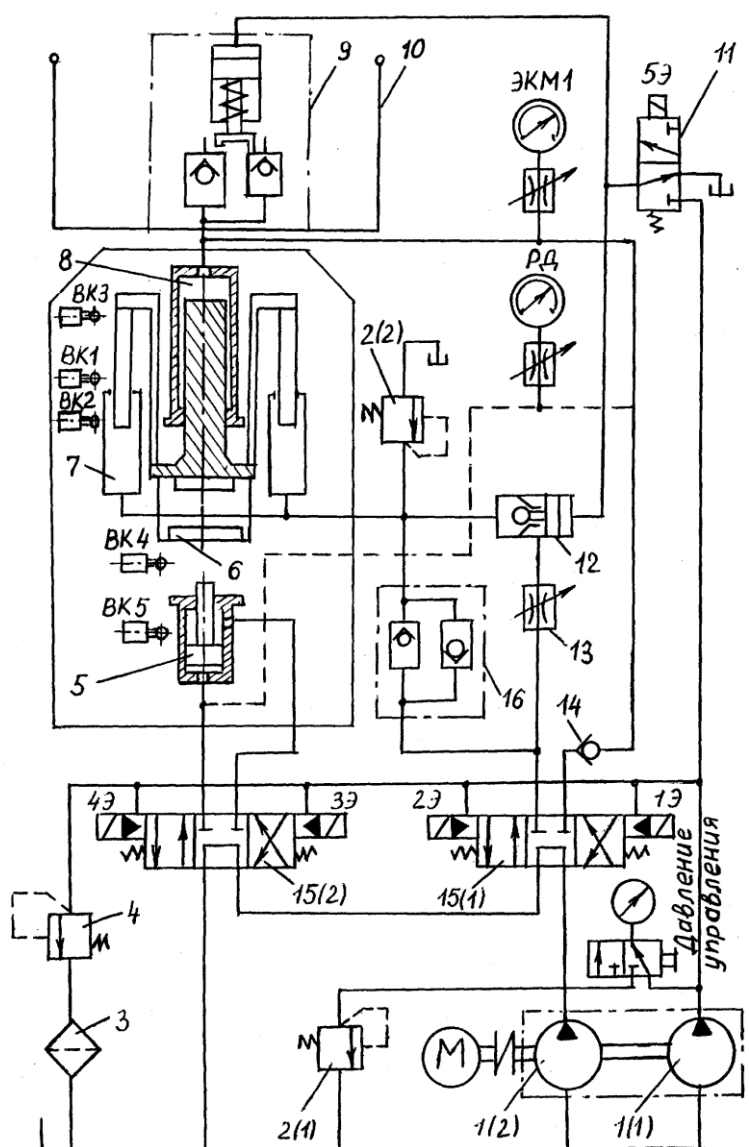


Рис. 10.1 Гидросхема пресса-полуавтомата

Плавная разгрузка главного цилиндра от давления в период реверса ползуна на подъем осуществляется декомпрессионным клапаном, смонтированным в клапане наполнения 9.

Движение ползуна вверх при подпрессовках ограничивается конечным выключателем ВК2, который, отключая электромагниты 1Э и 5Э и включая электромагнит 2Э, дает команду на ход ползуна вниз.

Число подпрессовок определяется настройкой реле времени. После подпрессовок ползун пресса совершает рабочий ход, при котором давление в системе повышается до предельного, определяемого настройкой электроконтактного манометра ЭКМ1. В конце рабочего хода манометр ЭКМ1 дает команду на включение реле выдержки под давлением и отключает электромаг-

нит 2Э распределителя 15 (1), а при продолжительной выдержке времени - электродвигатель привода насоса.

Золотник распределителя 15 (1) возвращается в исходное положение, соединяя линию насоса со сливом. При падении давления в главном цилиндре в период выдержки ниже допустимого второй контакт электроконтактного манометра ЭКМ1 дает команду на включение магнита 2Э и электродвигателя насоса (в случае его отключения), выполняя подпитку главного цилиндра.

По окончании выдержки под давлением реле времени дает команду на включение электромагнитов 1Э и 5Э, т.е. на подъем ползуна.

Ход ползуна вверх ограничивается конечным выключателем ВК3, отключающим электромагниты 1Э и 5Э. ВК3 дает команду на ход выталкивателя 5 вверх, включая электромагнит 4Э распределителя 15 (2). Ход выталкивателя вверх ограничивается конечным выключателем ВК4, отключающим электромагнит 4Э распределителя 15 (2). В исходное положение выталкиватель возвращается при нажатии кнопки «Выталкиватель вниз» на пульте управления.

Остановка выталкивателя в нижнем положении осуществляется конечным выключателем ВК5, отключающим электромагнит 3Э распределителя 15 (2).

Для защиты насоса высокого давления от перегрузок предусмотрен предохранительный клапан 2 (1). Предохранительный клапан 2 (2) предотвращает возможность мультипликации давления в возвратных цилиндрах.

Система управления питается пластинчатым насосом 1 (1), установленным на насосе высокого давления 1 (2). Пластинчатый насос используется для фильтрации масла, для чего в системе установлен фильтр 3. Давление в системе управления определяется настройкой золотникового клапана 4.

Для перевода пресса из режима прямого прессования в режим трансферного литья реле давления РД переключается из системы главного цилиндра 8 на бесштоковую полость цилиндра выталкивателя 5.

Пуск пресса в работу, ускоренный и замедленный ходы ползуна вниз выполняются так же, как и в режиме прямого прессования, за исключением подпрессовок, которые при трансферном литье отсутствуют.

При достижении максимального давления в главном цилиндре манометр ЭКМ1 дает команду на впрыскивание материала в пресс-форму. При этом включается электромагнит 3Э распределителя 15 (2) и золотник последнего, перемещаясь вправо, открывает подвод масла от насоса 1 (2) в поршневую полость цилиндра выталкивателя. После впрыскивания материала в пресс-форму реле давления РД дает команду на выдержку материала под давлением, при которой электромагнит 3Э распределителя 15 (2) отключается. После окончания выдержки реле времени дает команду на подъем ползуна. В верхнем исходном положении ползун, воздействуя на конечный выключатель ВК3, дает команду на выталкивание изделия. Возврат выталкива-

теля в исходное положение осуществляется как при режиме прямого прессования.

### Порядок выполнения работы

1. Начертить конструктивную схему работы пресса (рис. 10.2).
2. Ознакомиться со схемой (рис. 10.3) и подобрать необходимые аппараты на основе пневмостенда FESTO:
  - пневмоцилиндр – 1;
  - распределитель – 1;
  - дроссель с обратным клапаном – 1;
  - выключатель путевой – 2.
3. Собрать схему, моделирующую работу пресса, включить стенд.

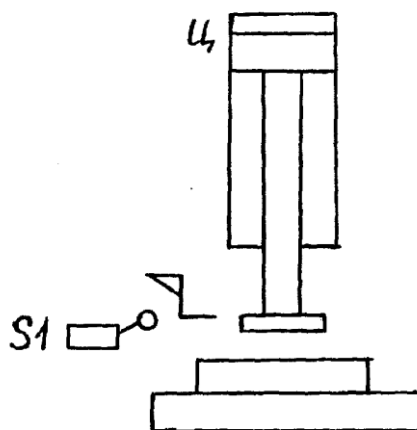


Рис. 10.2. Конструктивная схема работы гидропресса

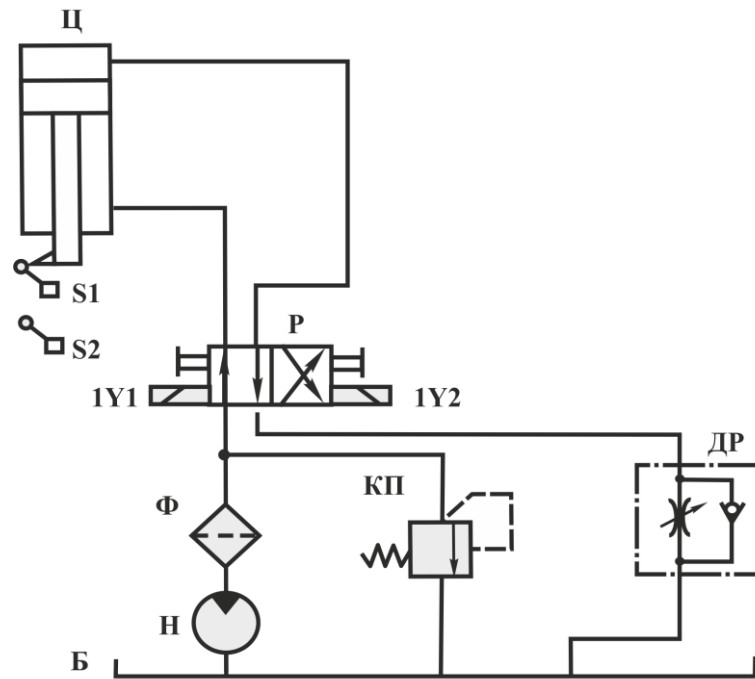
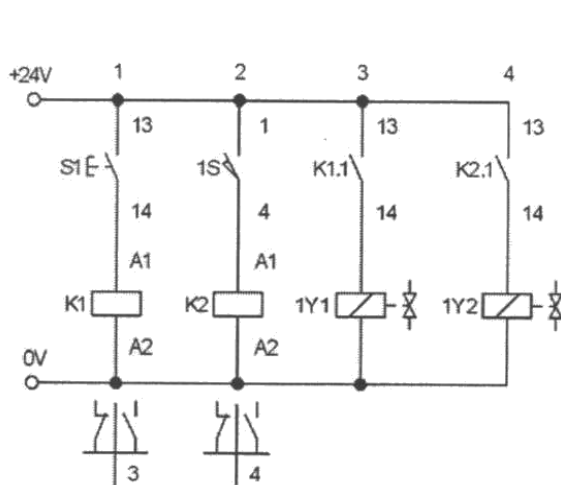
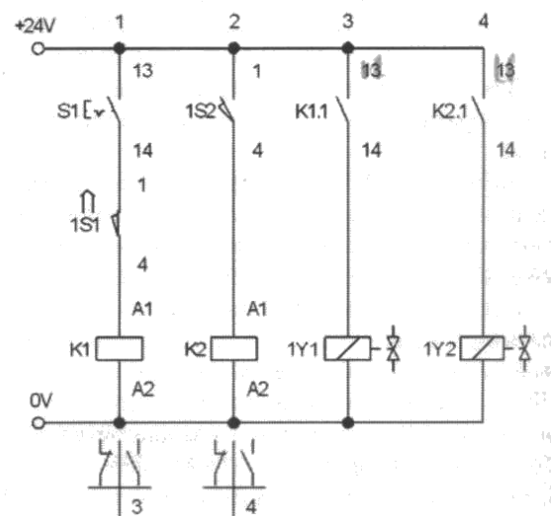


Рис.10.3. Принципиальная схема, моделирующая главное движение пресса



а)



б)

Рис. 10.4. Электрическая схема пневмопривода главного движения пресса  
а) для выполнения одного рабочего цикла,  
б) для многократного выполнения циклов в автоматическом режиме



### Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Конструктивная схема работы гидропресса.
4. Принципиальная схема, моделирующая главное движение пресса.

### Контрольные вопросы

1. Назначение и особенности работы пресса.
2. Работа гидропривода пресса в режимах:
  - прямого прессования;
  - трансферного литья.
3. Особенности движения ползуна.
4. Назначение реле давления и реле времени.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11

### Прессы для штамповки резиной

#### Цель работы:

- изучить принцип действия прессов для штамповки резиной;
- собрать схему, моделирующую рабочее движение штамповочного автомата.

#### Общие сведения

Рассмотрим гидросистему пресса для штамповки резиной модели П5252 усилием 160000 кН, разработанного ЦБКМ. Пресс предназначен для гибки и формовки резиной деталей из листового материала при давлении до 60 МПа.

*Основные технические данные пресса*

Номинальное усилие, кН	160000
Рабочая площадь стола, мм	2000x1200
Наибольшее давление со стороны резиновой подушки, МПа	60
Наибольшая высота инструмента, устанавливаемого на столе, мм	190
Число рабочих столов	2
Усилие перемещения стола, кН	320
Ход стола, мм	3950
Скорость перемещения стола, мм/с	400

Номинальное усилие подъема стола, кН	2000
Высота подъема стола, мм	130
Скорость, мм/с: подъема стола	34
опускания стола	60
Номинальное усилие перемещения гребенки, кН	125
Ход гребенки, мм	150
Скорость перемещения гребенки, мм/с	88
Время цикла при установке на столе инструмента высотой 100 мм и коэффициенте заполнения стола 0,5 с	90
Суммарная подача масляных насосов, м <sup>3</sup> /с	$1,39 \cdot 10^{-2}$
Давление масла, МПа	20
Подача водяного насоса, м <sup>3</sup> /ч	50
Давление, развиваемое водяным насосом, МПа	1,4
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	292

Гидросистема (рис. 11.1) прессы обеспечивает его работу в наладочном и автоматическом режимах, в обоих случаях можно работать с отсосом жидкости из резиновой камеры или без отсоса жидкости из камеры.

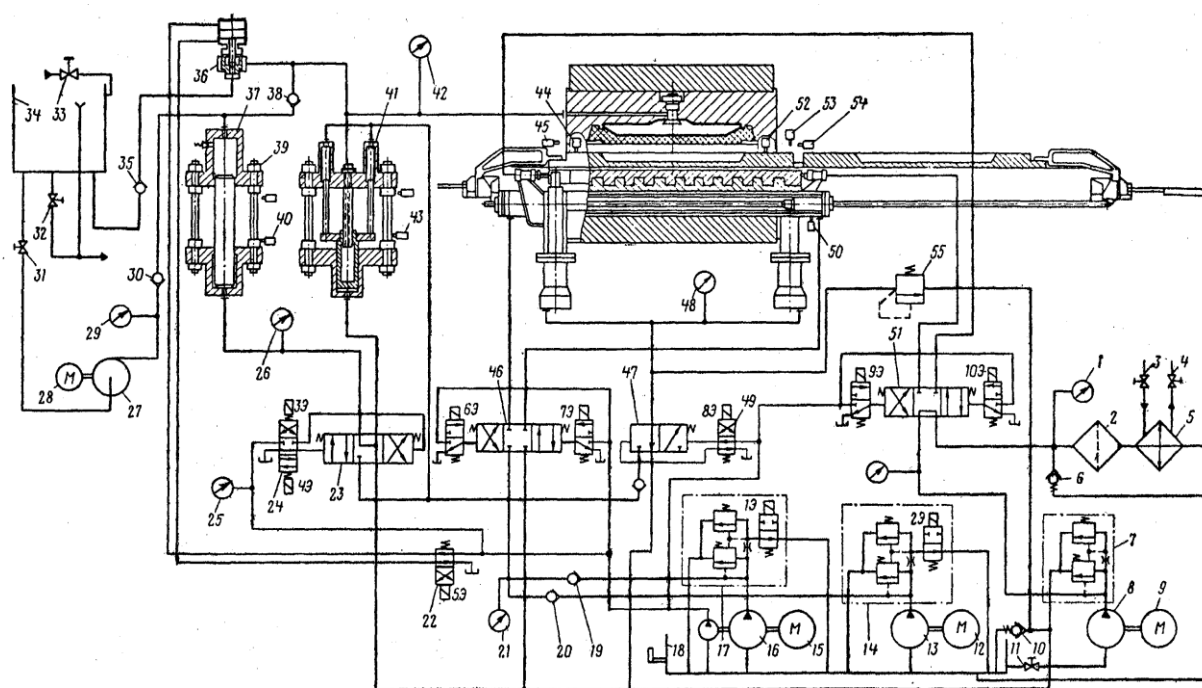


Рис. 11.1. Гидросхема прессы для штамповки резиной усилием 160000 кН системы ЦБКМ

При работе в автоматическом режиме на прессе последовательно совершается цикл операций штамповки деталей, установленных на столе, после чего один из столов автоматически выдвигается из пресса, а другой вдвигается под пресс. Автоперемещение столов происходит только в том случае, если на свободном столе подготовлены детали к штамповке и нажата кнопка «Стол готов». Если стол не подготовлен, автоматический цикл прерывается после опускания гребенки в крайнее нижнее положение.

При наладочном режиме движение механизмов совершается после нажатия индивидуальных кнопок. Все блокировки, действующие в автоматическом режиме, сохраняются.

Пресс представляет собой ковано-сварную трубу, в которой смонтированы нижняя опорная подушка, столы и контейнер с резиновой камерой и подушкой. На нижней опорной подушке смонтирован цилиндр перемещения стола. Цилиндры подъема и сдвига гребенки смонтированы на специальных кронштейнах, прикрепленных к трубе. Штоки цилиндров подъема стола устанавливаются заподлицо с чугунной постелью. Поршни штоков уплотняются чугунными поршневыми кольцами. Контейнер вместе с резиновой камерой и подушкой может выдвигаться из пресса при помощи цилиндров перемещения стола без разборки станины.

На нижней плоскости сегмента укреплен неподвижная гребенка. В ее впадины входит своими зубьями подвижная гребенка, на которой укреплены чугунные плиты. При помощи подъемных цилиндров стол поднимается до упора его в контейнер. Одновременно со столом поднимается подвижная гребенка, которая затем при помощи цилиндров сдвигается на шаг. Таким способом при прессовании обеспечивается жесткий упор стола в станину пресса.

По обеим сторонам пресса размещены направляющие, на которые выдвигаются столы для установки заготовок и съема изделий.

Преобразователи давления 39 и 41, гидропривод и электрооборудование размещаются на прессе и рядом с ним. Гидропривод включает в себя насосы низкого 27 и высокого 16, 13, 8 давлений, баки 34, 18, манометры 21, 25, аппаратуру управления золотникового и клапанного типа и трубопроводы.

Для ремонта и замены резиновых деталей предусмотрена возможность поворота контейнера вне пресса на 180°.

В качестве рабочей жидкости, подаваемой в резиновую камеру, используется вода с целью повышения стойкости резиновых деталей. Все остальные узлы и аппаратура работают на масле. Для фильтрации и охлаждения масла предусмотрены фильтр 2 и маслоохладитель 5. При перегреве масла термосигнализатор, расположенный на баке 18, подает сигнал на пульт управления, после чего вручную должны быть открыты водяные краны 3 и 4. Фильтрация масла осуществляется постоянно насосом 8. При засорении фильтра подается световой сигнал на пульт управления от электроконтактно-

го манометра 1. Кроме того, в схеме предусмотрены предохранительный 6 и поддерживающий 10 клапаны.

Последовательность операций при работе без отсоса жидкости из камеры: вдвигание правого стола в пресс, подъем гребенки и стола, сдвиг гребенки, повышение давления в резиновой камере до 1 МПа, повышение давления до 20 МПа, повышение давления до 60 МПа и зарядка преобразователя среднего давления, снижение давления до 20 МПа и зарядка преобразователя высокого давления, снижение давления, поджим стола, сдвиг гребенки, опускание гребенки и стола, выдвигание правого стола из пресса.

При работе с отсосом жидкости из камеры основная последовательность операций остается прежней, но после понижения давления жидкость отсасывается из камеры при помощи преобразователя высокого давления.

В исходном положении правый стол выдвинут из пресса, левый стол находится в прессе, нажаты конечные переключатели 52, 44; гребенка находится в крайнем правом и крайнем нижнем положениях (нажаты конечные выключатели 50 и 54); преобразователи давления заряжены и их подвижные элементы находятся в крайних нижних положениях (нажаты конечные выключатели 40 и 43); все электромагниты обесточены; все электроконтактные манометры замыкают минимальные контакты; электродвигатели 15, 12 и 9 включены, электродвигатель 28 выключен; запорные вентили 31, 11, 3, 4 открыты; вентили 33 и 32 закрыты.

При работе в автоматическом режиме без отсоса жидкости из камеры после загрузки первого стола и нажатия кнопки «Правый стол готов» начинается автоматический цикл работы пресса. Включаются электромагниты 2Э и 7Э, насос 13 подключается к напорной линии, а золотник 46 перемещается влево. Масло от насоса 13 поступает в правую полость цилиндра перемещения стола. Происходит выдвигание из пресса левого стола и вдвигание правого стола. В конце хода нажимается конечный переключатель 44, дается команда на остановку стола и подъем гребенки.

Обесточивается электромагнит 7Э, включаются управляющий распределителем 22 электромагнит 5Э и электромагнит 8Э, масло от насоса 13 через обратный клапан и распределитель 47 подается в подъемные цилиндры, сливной клапан 36 открыт. Происходит подъем гребенки и стола. В крайнем положении гребенки и стола нажимается конечный выключатель 53, обесточиваются электромагниты 2Э, 5Э и включается электромагнит 9Э. Насос 13 разгружается, клапан 36 закрывается, а от насоса 8 масло через клапан 7 и распределитель 51 подается в правые цилиндры перемещения гребенки – происходит сдвиг гребенки на шаг.

В крайнем левом положении гребенки нажимается конечный выключатель 45, в результате обесточиваются электромагниты 8Э и 9Э. Подъемные цилиндры соединяются со сливом, и разгружается насос 8. Одновременно при нажатии на конечный выключатель 45 дается команда на штамповку деталей.

Включается электродвигатель 28 и вода от центробежного насоса 27 через обратные клапаны 30 и 38 поступает в камеру прессы. При достижении давления 1 МПа максимальный контакт манометра 29 дает команду на выключение двигателя 28 и подачу воды в камеру из преобразователя давления 39. При этом включаются электромагниты 1Э, 2Э и 4Э, в результате насосы 16 и 13 подключаются к напорной линии и подают масло через распределитель 23 в цилиндр преобразователя давления 39.

Раздельная работа насосов 16 и 13 обеспечивается установкой обратных клапанов 20 и 19. При достижении в камере давления 20 МПа максимальный контакт манометра 26 дает команду на включение преобразователя высокого давления 41, отключение преобразователя среднего давления 39 и его зарядку. При этом электромагнит 4Э, управляющий сервораспределителем 24 и распределителем 23, выключается, включается электромагнит 3Э и масло от насосов 16 и 13 поступает в масляный цилиндр преобразователя давления 41, вытесняя в рабочую камеру воду из преобразователя. Одновременно включается электродвигатель 28 и с помощью центробежного насоса 27 нагнетается вода в водяной цилиндр преобразователя давления 37, опуская плунжер в крайнее нижнее положение. В этом положении при нажатии на конечный выключатель 40 электродвигатель 28 выключается.

При достижении в рабочей камере давления 60 МПа замыкается максимальный контакт манометра 42 и дается команда на снижение давления в камере. Обесточиваются электромагниты 1Э, 2Э, 3Э, в результате насосы 16 и 13 разгружаются, а маслоцилиндр преобразователя давления 41 соединяется с линией слива. Вода из камеры поступает в водяной цилиндр преобразователя давления 41, опуская плунжер масляного цилиндра в крайнее нижнее положение, в котором нажимается конечный выключатель 43 и дается команда на окончательный сброс давления в камере. При этом включается электромагнит 5Э и масло из линии управления поступает в штоковую полость сервопривода сливного клапана 36. Клапан открывается и вода из резиновой камеры через обратный клапан 35 сливается в бак 34.

В конце снижения давления замыкается минимальный контакт манометра 42, в результате выключается электромагнит 5Э и включаются электромагнит 8Э, управляющий вспомогательным распределителем 49, и электромагнит 2Э. Сливной клапан 36 закрывается, в подъемных цилиндрах давление повышается до величины, на которую отрегулированы клапан 55 и манометр 48. Минимальный контакт манометра 48 дает команду на выключение электромагнита 2Э и включение электромагнита 10Э. При выключенном электромагните 2Э насос 13 разгружается, а при включенном электромагните 10Э золотник 51 перемещается влево, соединяя насос 8 с левым цилиндром перемещения гребенки – происходит сдвиг гребенки вправо. В крайнем правом положении нажимается конечный выключатель 54, в результате обесточиваются электромагниты 8Э и 10Э, левые цилиндры гребенки отключаются

от напорной линии, а подъемные цилиндры соединяются с линией слива – происходит опускание гребенки и стола.

В крайнем нижнем положении гребенка нажимает на конечный выключатель 50, дается команда на выдвижение правого стола из пресса и выдвижение левого стола в пресс. Включаются электромагниты 2Э и 6Э, и масло от насоса 13 поступает в левую полость цилиндра перемещения стола – происходит движение стола. В крайнем правом положении нажимается конечный выключатель 52, после чего цикл повторяется в описанной выше последовательности.

При работе в автоматическом режиме с отсосом жидкости из камеры до момента достижения в камере давления 60 МПа работа происходит аналогично описанной. При давлении в камере 60 МПа максимальный контакт манометра 42 дает команду на понижение давления. Обесточиваются электромагниты 1Э и 2Э, включается электромагнит 5Э. При отключении электромагнитов 1Э и 2Э насосы 16 и 13 разгружаются с помощью клапанов 17 и 14, а при включении электромагнита 5Э штоковая полость вспомогательного привода сливного клапана 36 соединяется с линией управления – сливной клапан открывается и вода из рабочей камеры сливается в водяной бак 34. После падения давления замыкается минимальный контакт манометра 42, что дает команду на отсос воды из камеры.

Вода из камеры отсасывается преобразователем давления 41. При замыкании минимального контакта манометра 42 обесточиваются электромагниты 3Э и 5Э, включается электромагнит 2Э. От насоса 13 жидкость поступает в возвратные цилиндры давления 41, принудительно опуская плунжер вниз, в результате из камеры вода отсасывается в преобразователь давления. В крайнем нижнем положении нажимается конечный выключатель 43, дается команда на подъем стола и сдвиг гребенки. В дальнейшем цикл продолжается в последовательности, описанной выше.

### **Порядок выполнения работы**

1. Начертить конструктивную схему работы штамповочного автомата (рис. 11.2).
2. Ознакомиться с принципиальной схемой (рис. 11.3) и подобрать соответствующее оборудование на основе пневмостенда FESTO:
  - пневмоцилиндр – 2;
  - распределитель – 2;
  - дроссель с обратным клапаном – 4;
  - выключатель путевой – 3.
3. Собрать схему, моделирующую работу штамповочного автомата с подачей ленты, включить стенд. Цилиндр подачи работает в импульсном режиме по сигналам от электрического командоаппарата, цилиндр

пресса включается по команде от конечного выключателя после подачи ленты.

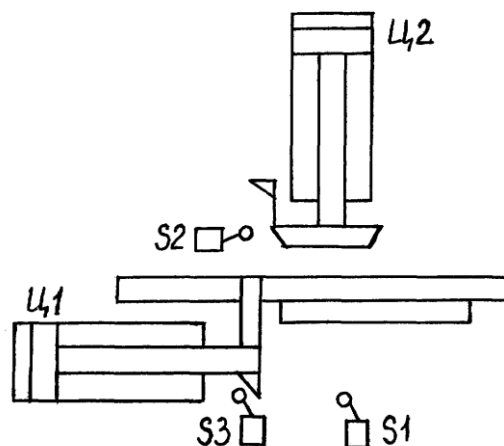


Рис. 11.2. Конструктивная схема работы штамповочного автомата

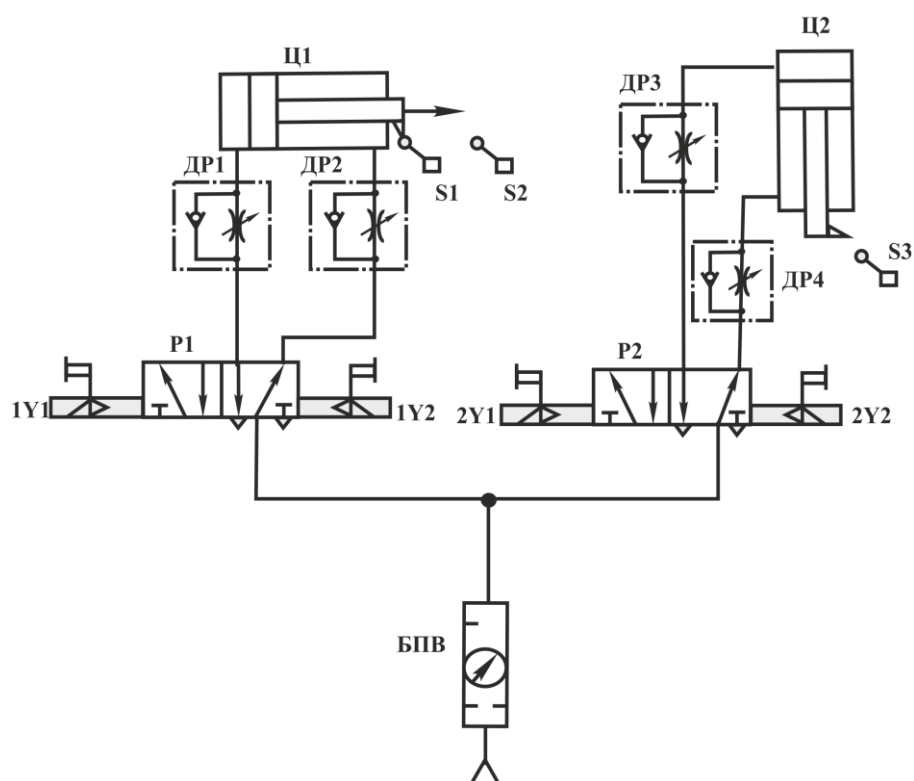


Рис. 11.3. Принципиальная схема рабочего движения штамповочного автомата





## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12

### Гидравлический автоматический манипулятор заливки металла

#### Цель работы:

- изучить конструкцию и принцип действия гидравлического автоматического манипулятора заливки металла.

#### Общие сведения

Автоматический манипулятор предназначен для автоматизации операций заливки металла в литейных цехах машиностроительных предприятий, имеющих машины для литья под давлением (ЛПД). Заливка осуществляется с учетом дозировки металла.

#### Режим работы:

- автоматический;
- полуавтоматический;
- пооперационный.

#### *Техническая характеристика манипулятора*

1. Доза заливки (по алюминию), кг:		
– наименьшая	1	
– наибольшая	6,3	
2. Число степеней подвижности		2
3. Точность дозирования, %	±	2
4. Система координат		угловая
5. Способ задания координат		по регулируемым упорам
6. Время переноса дозы от печи к машине не более, с		5
7. Производительность в автоматическом режиме, циклов/ч		130
8. Тип привода		гидравлический
9. Тип системы управления		цикловой
10. Габаритные размеры (без гидрооборудования), мм		1400x830x1315
11. Масса, кг		700

#### *Техническая характеристика гидростанции*

1. Тип	<i>СВІ-А-40-ІН-2,2-18</i>
2. Расход рабочей жидкости, м <sup>3</sup> /с	$3 \cdot 10^{-4}$
3. Рабочее давление, МПа	6,3
4. Рабочая жидкость	прогидрол П20-МІ (ТУ-02-1140-78)

### Техническая характеристика электрооборудования

1. Питающая сеть:		
– род тока	переменный	
– частота, Гц	50	
– напряжение, В	380	
2. Сеть цепей управления:		
– род тока	постоянный, перемен-	
ный		
– напряжение, В	24, 110	
3. Установленная мощность, кВт:		
– электродвигателей	3,24	
– цепей управления	0,65	
4. Количество двигателей	1	
5. Масса шкафа системы управления, кг	120	

### Кинематическая схема манипулятора

На рис. 12.1, *а* изображена кинематическая схема манипулятора. На рис. 12.1 *б, в и г* показаны соответствующие схемы мерного ковша, соединенного с рычажной системой, гидроцилиндров с реечными механизмами и кулачкового механизма.

Манипулятор включает в себя следующие узлы:

1 – мерный ковш, соединенный через рычаги 2, 3 с валом 6 (звено 3 посажено на валу 6 свободно) и через ось 26 с подвеской 4, жестко связанной с валом 7; 32 – предохранительный штифт, соединенный жестко с втулкой 5, неподвижно сидящей на валу 6; 33 – болт для регулировки исходного углового положения ковша (регулировки дозы металла в ковше); 8, 9, 23 и 24 – звездочки цепной передачи, соединяющие между собой валы 6 и 13, 7 и 10; 25 – поворотный рычаг, жестко связанный с валом 11, на котором также жестко посажена шестерня 22, взаимодействующая с расчетными механизмами 12 и 31 гидроцилиндров поворота рычага 25; 30 – упоры, регулирующие ход реек (крайнее положение рычага 25); 19 – вал, на котором жестко закреплены шестерня 20, соединенная с рейкой 21 гидроцилиндра привода ковша, и кулачок 17, контактирующий с роликом 16, установленным на оси 18 рычага 15, жестко связанного с валом 13; 14 – рычаг, закрепленный жестко на валу 10, удерживаемый регулируемые упорами 29 (изменение положения рычага позволяет достичь изменения положения подвески 4 ковша относительно рычага 25); 27 – пружина для прижатия ролика 16 к кулачку 17, действующая через цепь, закрепленную на рычаге 15 и направляемую роликом 28.

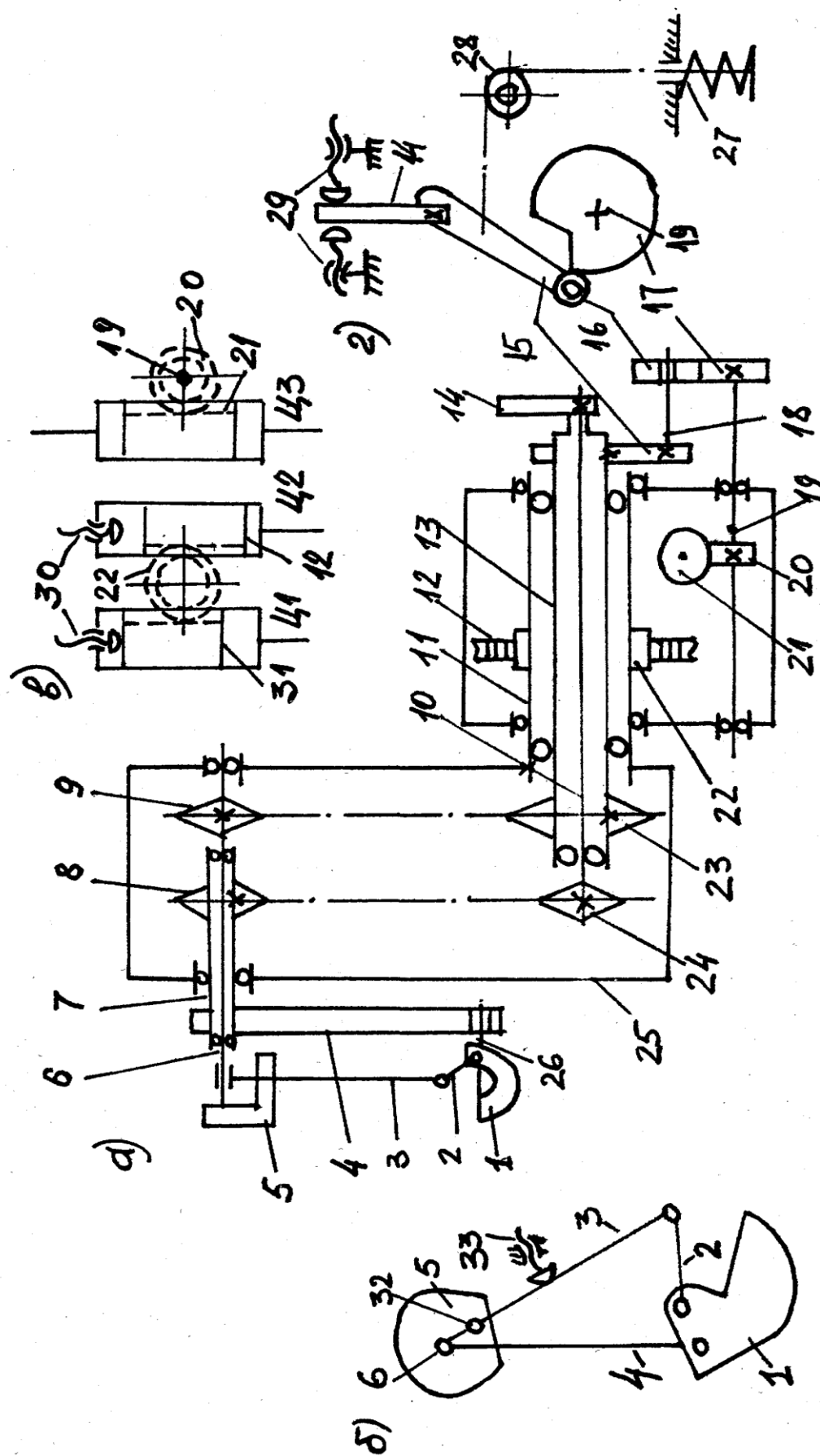


Рис. 12.1. Кинематическая схема манипулятора для заливки металла

### **Принцип действия манипулятора**

Поступившая рабочая жидкость под давлением из гидросистемы в поршневую полость гидроцилиндра Ц2 с рейкой 12 перемещает последнюю и вызывает поворот шестерни 22. Поршневая полость гидроцилиндра Ц1 с рейкой 31 в этом случае сообщается со сливом. Шестерня 22 через вал 11 поворачивает рычаг 25. До тех пор, пока звездочка останется неподвижной, учитывая передаточное отношение между звездочками 23 и 9, 24 и 8, в результате поворота рычага 25 не происходит опрокидывание (наклон) ковша. При этом звездочка 24 неподвижна.

Вначале ковш выносится из печи в первоначальном положении, при котором производится забор металла. После выхода ковша из печи подается давление в цилиндр Ц3 с рейкой 21 привода ковша. Через шестерню 20, вал 19, кулачок 17, ролик 16, рычаг 15, вал 13, звездочку 23, цепь, звездочку 9, вал 6, втулку 5, звенья 3 и 2 движение передается на ковш, который совершает поворот относительно оси 26 на небольшой угол ( $10^\circ$ ), осуществляя «отсечку» металла в ковше. В этом (транспортном) положении ковш переносится рычагом к месту заливки, где дальнейшим его поворотом, осуществляется заливка металла.

Работа при реверсировании осуществляется в обратной последовательности.

### ***Гидравлическая схема привода манипулятора заливки металла.***

Такая схема приведена на рис. 12.2. Гидрооборудование манипулятора предназначено для привода плунжеров движения рычага и поворота ковша заливки металла.

Функционально гидросистема состоит из:

- гидростанции ГС;
- узлов распределения рабочей жидкости и гидропанели;
- исполнительных двигателей;
- соединительных элементов узлов гидропривода.

Гидростанция обеспечивает необходимые параметры давления и расхода рабочей жидкости.

Гидропанель манипулятора заливки металла включает гидрораспределители Р3, Р6, Р7, дроссель ДР7, клапан тормозной КТ, дроссель ДР3, а также клапан КР1, золотник включения манометра ЗМ с манометром МН1.

Распределитель Р6 управляет движением реек гидроцилиндров Ц1 и Ц2, а следовательно, и движением рычага 25 (см. рис. 12.1) манипулятора. Подача рабочей жидкости в гидроцилиндры Ц1 или Ц2 осуществляется соответственно через левую или правую (по чертежу) позиции распределителя Р6, включаемые соответственно электромагнитами ЭМ6 или ЭМ7. Таким образом происходит перемещение рычага 25 и ковша 1 (рис. 12.1) к печи или машине.



ча рабочей жидкости к гидроцилиндру ЦЗ и слив ее осуществляется через гидрораспределитель Р7, правая и левая (по чертежу) позиции которого включаются в работу с помощью электромагнитов ЭМ9 и ЭМ8.

Скорость поворота (опрокидывания) ковша регулируется дросселем ДРЗ путем изменения проходных сечений дросселей.

Клапан КР1 предназначен для настройки и поддержания постоянного давления 5 МПа в гидросистеме манипулятора заливки металла.

Регулирование скорости рабочего хода рычага 25 (см. рис. 12.1) осуществляется дросселем ДР7, установленным в сливной гидролинии, а скорости движения – тормозным клапаном КТ.

Ускорение движения рычага осуществляется подачей электроэнергии к электромагниту ЭМ10 гидрораспределителя РЗ. Последний гидравлически включает клапан К1 тормозного клапана КТ. При этом жидкость проходит через клапан К1, минуя дроссель ДР1. Темп включения и выключения клапана К1 регулируется дросселями ДР2.

Манипулятор может работать в автоматическом режиме или с помощью ручного управления (наладочный режим).

### **Порядок выполнения работы**

1. Изучить методические указания к лабораторной работе.
2. Изучить конструкцию манипулятора и его гидросистему по схеме и образцу, установленному в лаборатории.
3. Ознакомиться с работой манипулятора.

### **Содержание отчета**

1. Название и цель работы.
2. Схема гидросистемы.
3. Краткое описание работы манипулятора.

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение и область применения манипулятора.
2. Из каких основных узлов состоит манипулятор?
3. Назначение и принцип действия узлов манипулятора.
4. Порядок работы узлов гидросистемы при повороте рычага и ковша манипулятора.
5. Назначение гидростанции, дросселей и клапанов гидросистемы, их регулировки.
6. Порядок работы гидросистемы при заливке металла.
7. Перечислить режимы работы манипулятора.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13

### Автоматический манипулятор съема отливок

#### Цель работы:

- изучить конструкцию и принцип действия автоматического манипулятора съема отливок.

#### Общие сведения

Автоматический манипулятор предназначен для автоматизации операций съема отливок в литейных цехах машиностроительных предприятий. Он осуществляет снятие отливки с пресс-формы и перенос ее в камеру охлаждения или на транспортер.

#### Режим работы:

- автоматический;
- полуавтоматический;
- пооперационный.

#### Техническая характеристика манипулятора

1. Грузоподъемность (наибольшая), Н	100
2. Число степеней подвижности (без схвата)	2
3. Перемещение рабочего органа, град.:	
– поворот кисти, не менее	30
– поворот руки, не менее	50
– поворот рычага, не менее	100
4. Точность позиционирования, мм	$\pm 0,5$
5. Система координат	угловая
6. Способ задания координат	по упорам (упоры регулируемые)
7. Производительность в автономном режиме, циклов/ч, не менее	400
8. Тип привода	гидравлический
9. Привод схвата	пневматический
10. Тип системы управления	цикловой
11. Габаритные размеры, мм	1300x1200x570
12. Масса, кг	238

#### *Технические характеристики гидростанции и пневмооборудования*

1. Тип гидростанции	СВІ-А-40-ІН-2,2-18
2. Расход рабочей жидкости, м <sup>3</sup> /с	$3 \cdot 10^{-4}$
3. Рабочее давление, МПа	6,3
4. Рабочая жидкость	прогидрол П20-МІ

5. Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /с	5·10 <sup>-4</sup>
6. Рабочее давление в пневмосистеме, МПа	0,5

#### Техническая характеристика электрооборудования

1. Питающая сеть:	
– род тока	переменный
– частота, Гц	50
– напряжение, В	380
2. Сеть цепей управления:	
– род тока	постоянный, переменный
– напряжение, В	24, 110
3. Установленная мощность, кВт:	
– электродвигателей	3,24
– цепей управления	0,65
4. Количество двигателей	1
5. Масса шкафа системы управления, кг	120

#### *Кинематическая схема манипулятора*

На рис. 13.1 изображена кинематическая схема манипулятора.

В подшипниках 1 на полых полуосях I установлен корпус 2, в подшипниках 3 которого установлен вал II.

В подшипниках 4 установлен вал III с закрепленным на нем кулачком 5, находящимся во взаимодействии с гидроплунжерами 6. Валы II и III связаны между собой с помощью неподвижно закрепленных на них кривошипов 7 и 8 и шарнирно связанных с ними полутяг 9 и 10, соединенных гайкой 11.

В подшипниках 12 корпуса 2 установлены оси IV и V, с которыми взаимодействуют гидроплунжеры 13.

На скользящей шпонке вала II установлен корпус 14, на оси VI которого на подшипниках 15 установлен корпус 16. В направляющих 17 корпуса 14 установлен толкатель 18, взаимодействующий с гидроцилиндром 19 и возвратной пружиной 20.



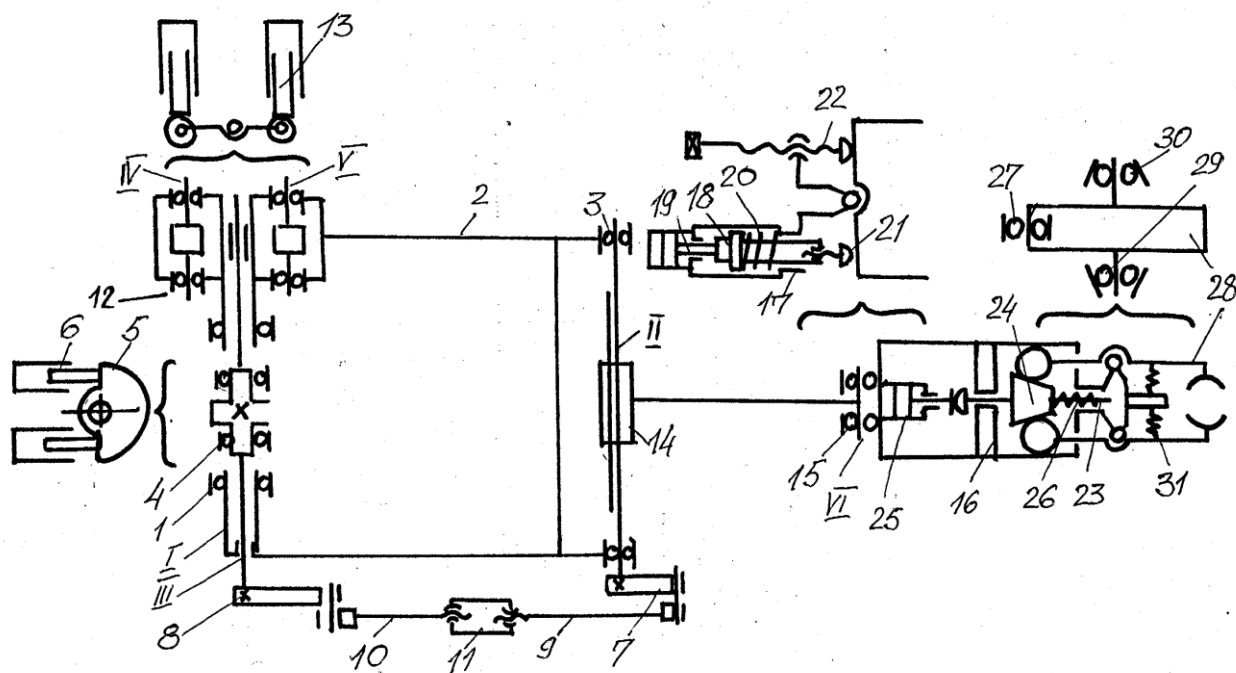


Рис. 13.1. Кинематическая схема манипулятора для съема отливок

В передней части толкателя 18 имеется регулируемый упор 21. Фиксированное положение корпуса 16 определяется положением регулируемого упора 22. В направляющих 23 корпуса 16 установлен двухсторонний клин 24, взаимодействующий со штоком пневмоцилиндра 25 и пружиной 26. Клин 24 взаимодействует с роликами 27 двуплечих рычагов 28 с захватными губками. Двуплечие рычаги 28 закреплены на осях 29, установленных в подшипниках 30 корпуса 16. Пружины 31 прижимают ролики 27 клина 24.

### ***Принцип действия манипулятора***

При поступлении команды на ввод руки съемника в разъем пресс-форм происходит одновременное движение корпусов 2, 14 и 16 к отливке. Двуплечие рычаги 28 схватывают отливку. После срабатывания гидровыталкивателей машины происходит отрыв отливки от пресс-формы и перенос ее.

### ***Гидравлическая схема привода манипулятора съема отливок***

Такая схема приведена на рис. 13.2. Гидрооборудование манипулятора предназначено для привода плунжеров поворота рычагов и руки с закрепленным на ней схватом.

Функционально гидросистема состоит из:

- гидростанции ГС;
- узлов распределения рабочей жидкости (гидропанель);
- исполнительных элементов;
- соединительной арматуры и трубопроводов.

Гидростанция обеспечивает необходимые параметры давления и расхода рабочей жидкости.

Гидропанель манипулятора для съема отливок включает распределители Р2 и Р8, а также дроссели ДР1 и ДР2.

Распределитель Р8 управляет движением рычага манипулятора. Дроссель ДР2 регулирует скорость этого движения в обе стороны. Распределитель Р2 управляет движением руки со схватом. Скорость поворота определяется настройкой дросселя ДР1.

В качестве исполнительных двигателей в гидравлическом приводе манипуляторов используются цилиндры с прямолинейным движением поршня одно- и двухстороннего действия. На каждую степень подвижности предусматривается исполнительный двигатель, конструкция которого обеспечивает заданные линейные перемещения, скорость и усилия.

### ***Пневматическая схема привода схвата манипулятора съема отливок***

Функционально пневматический привод схвата манипулятора съема отливок можно разделить на следующие узлы:

- узел подготовки сжатого воздуха;
- узел распределения сжатого воздуха;
- узел исполнительных двигателей;
- система передачи сжатого воздуха между устройствами привода.

Сжатый воздух от компрессора (или цеховой магистрали) поступает в узел подготовки сжатого воздуха (распределитель крановый РК1, влагоотделитель Ф3, регулятор давления КР2, маслораспылитель МР1) и по магистралям поступает к соответствующему распределительному устройству.

С помощью регулятора давления КР2 (редукционного клапана) производится настройка давления сжатого воздуха, поступающего к элементам привода.

Влагоотделитель Ф3 предназначен для очистки сжатого воздуха от влаги и механических примесей размером 0,05 мм и монтируется в пневмосистемах непосредственно на трубах в вертикальном положении.

Маслораспылитель МР1 обеспечивает распыление в потоке сжатого воздуха масла, необходимого для смазки трущихся элементов исполнительного двигателя и распределителя. Контроль давления сжатого воздуха, поступающего к пневмоцилиндру схвата манипулятора съема отливок, производится визуально по манометру МН2. Манометр установлен за регулятором давления КР2.

Блок подготовки воздуха выполняется автономно.

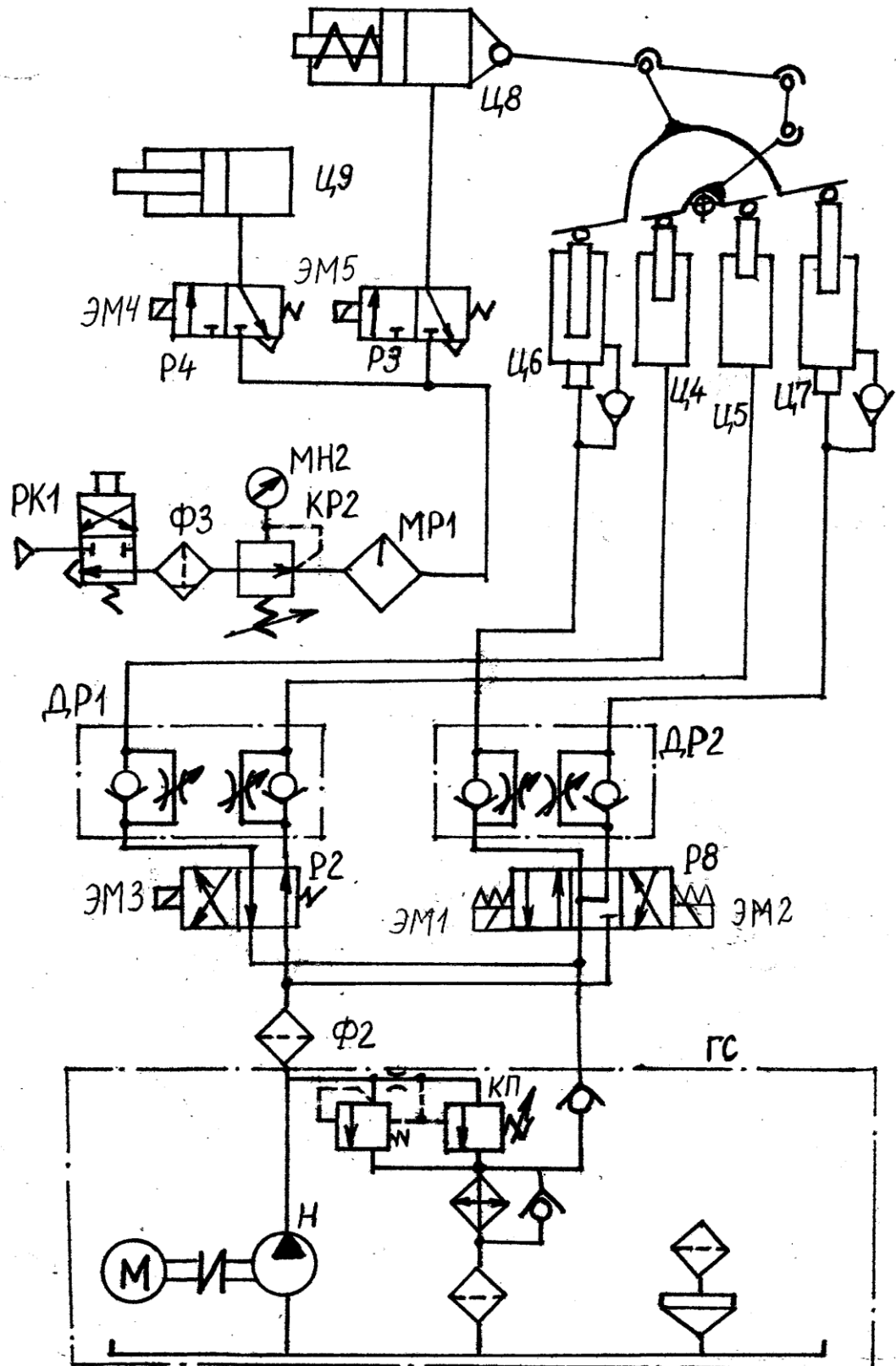


Рис. 13.2. Гидропневматическая схема манипулятора для съема отливок

Узел распределения сжатого воздуха включает в себя устройства, с помощью которых по заданной программе можно выполнять наполнение или опорожнение рабочей полости исполнительных двигателей Ц8 и Ц9. В приводе схвата манипулятора съема отливок используются распределители Р3, Р4 клапанного типа с электроуправлением нормального закрытия.

В качестве исполнительных двигателей Ц8, Ц9 в приводе схвата (см. рис. 13.2) используются цилиндры с прямолинейным движением поршня одностороннего действия. Конструкция цилиндров обеспечивает заданное линейное перемещение, скорость и усилие.

Регулировка скорости выходного звена двигателя в пневматическом приводе осуществляется путем изменения расхода сжатого воздуха на выходе или входе двигателя. Конструктивно это выполняется в виде пневматического дросселя, где проходное сечение регулируется в зависимости от требуемой скорости, или же как в нашем случае, соответствующим подбором проходных сечений трубопроводов.

### **Порядок выполнения работы**

1. Изучить методические указания к лабораторной работе.
2. Изучить конструкцию манипулятора и его гидросистему по схеме и образцу, установленному в лаборатории.
3. Ознакомиться с работой манипулятора.

### **Содержание отчета**

1. Название и цель работы.
2. Гидропневматическая схема манипулятора для съема отливок.
3. Краткое описание работы манипулятора.

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение и область применения манипулятора.
2. Из каких основных узлов состоит манипулятор?
3. Назначение и принцип действия узлов манипулятора.
4. Назначение гидропневматической системы, порядок работы узлов.
5. Назначение регулировочных элементов в манипуляторе.
6. Порядок работы гидропневматической системы при съеме отливок.
7. Перечислить режимы работы манипулятора.

## Литература

1. Лепешкин, А.В. Гидравлические и пневматические системы : учебник для студ. образ. Учреждений / А.В. Лепешкин, А.А. Михайлин ; под ред. Ю.А. Беленкова. 2-е изд., стер. М. : Academia, 2005. 333 с.
2. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы. Справочник. М.: Политехника, 2015. – 628 с.
3. Наземцев А.С.. Пневматические и гидравлические приводы и системы / А.С. Наземцев, Д.Е . Рыальченко. Ч. 1. Пневматические приводы и средства автоматизации, Ч. 2. Гидравлические приводы и системы. Издательство: Форум . 2007 (страниц): ч.1. -240, ч.2 – 304.
4. В.И. Голубев, П.В. Могильников. Испытания гидравлических устройств: учебное пособие – М.: Издательство МЭИ, 2006. –68 с.
5. Автоматизация в промышленности: Практикум. В 4 ч. Ч.1. Пневмоавтоматика и гидроавтоматика / Е.В.Пашков, В.П. Поливцев, М.П. Карпов и др.; под ред. Е.В. Пашкова. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2010. – 156 с.
6. Добринский Н.С. Гидравлический привод прессов. – М.: Машиностроение, 1975. – 222 с.
7. Кожевников С.Н., Пешат В.Ф. Гидравлический и пневматический приводы металлургических машин. – М.: Машиностроение, 1973. 360 с.
8. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. – М.: Машиностроение, 1983. – 375 с.

## Содержание

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ .....	3
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1	
Лабораторный гидравлический стенд FESTO .....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2	
Изучение конструкции и принципа действия лабораторного стенда фирмы «FESTO» для выполнения лабораторных работ по пневмо- и электропневмоавтоматике.....	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3	
Изучение конструкции и снятие характеристик силового гидравлического цилиндра.....	24
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4	
Дроссельное регулирование скорости выходного звена привода .....	30
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5	
Гидравлические узлы вспомогательных станочных механизмов .....	36
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6	
Гидроприводы плоскошлифовальных станков .....	42
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7	
Гидроприводы фрезерных станков.....	47
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8	
Гидропривод универсальных одностоечных прессов .....	51
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9	
Гидропривод универсальных одностоечных прессов .....	55
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10	
Прессы-полуавтоматы для переработки пластмасс.....	60
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11	
Прессы для штамповки резиной .....	65
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12	
Гидравлический автоматический манипулятор заливки металла.....	73
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13	
Автоматический манипулятор съема отливок .....	80
Литература.....	86